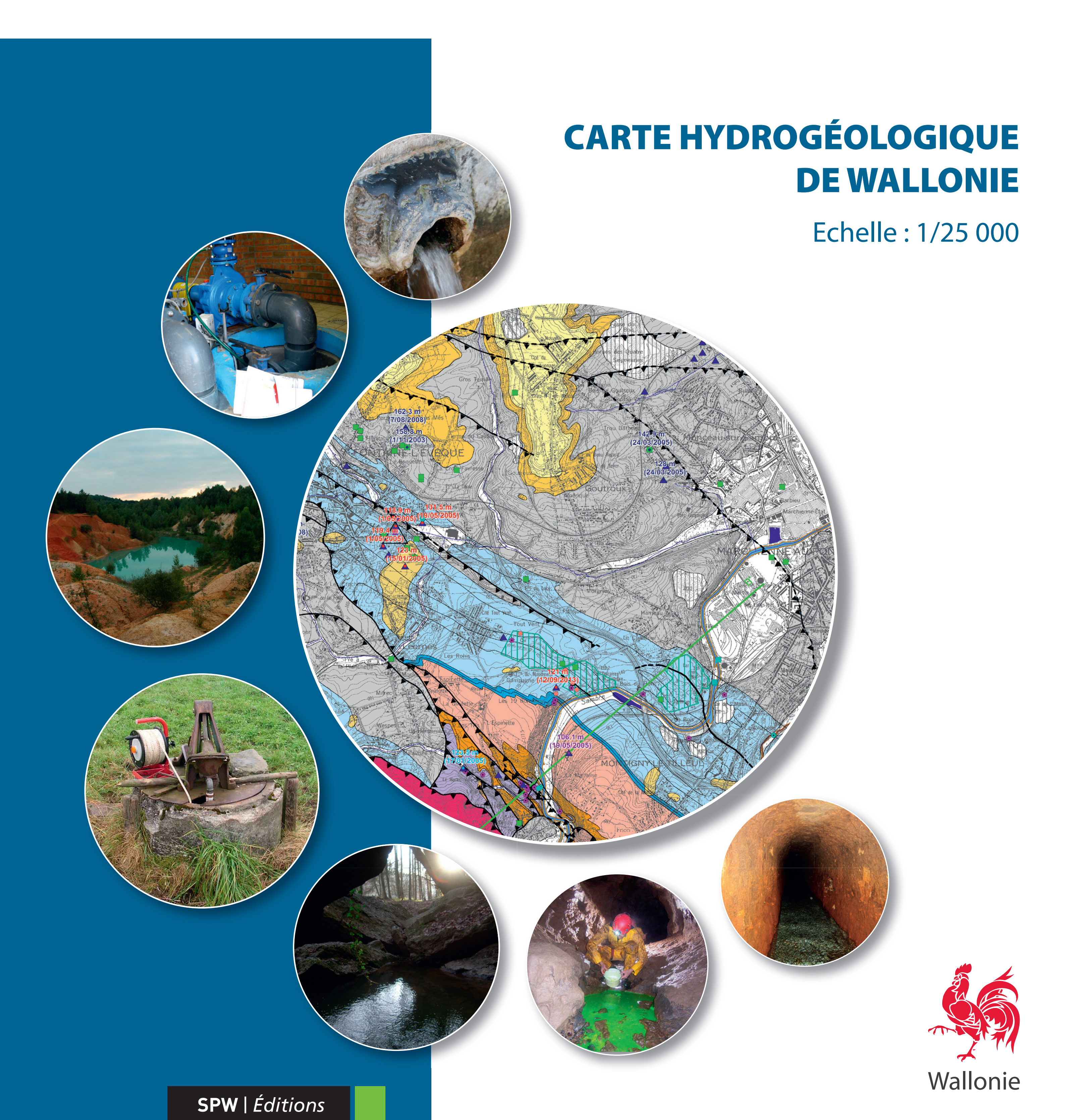
FONTAINE-L'EVÊQUE - CHARLEROI

46/7-8

Notice explicative



CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000

Wallonie

SPW | *Éditions*

Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne
Forage exploité
Argilière de Celles à Houyet
Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique
Emergence (source)
Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant
Galerie de Hesbaye
Extrait de la carte hydrogéologique de Fontaine-l’Evêque - Charleroi



FONTAINE-L'EVEQUE - CHARLEROI

46/7-8

Frédéric **HABILS**, Sylvie **ROLAND**, Alain **RORIVE**

Université de Mons
Rue de Houdain, 91 - B-7000 Mons (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2014

Première version : Août 2005
Actualisation partielle : Novembre 2013

Dépôt légal – **D/2014/12.796/1** - ISBN : **978-2-8056- 0146-0**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

**DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AGRICULTURE,
DES RESSOURCES NATURELLES
ET DE L'ENVIRONNEMENT
(DGARNE-DGO3)**

AVENUE PRINCE DE LIEGE, 15
B-5100 NAMUR (JAMBES) - BELGIQUE

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique de Fontaine-l'Evêque – Charleroi s'inscrit dans le cadre du programme de cartographie des ressources en eau souterraine wallonnes commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW), Direction Générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGARNE – DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (UNamur), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement, et ULg-Campus d'Arlon, ULg).

La carte a été réalisée en 2005 par Ir. Frédéric Habils et révisée en 2012-2013 par Ir. Sylvie Roland. Le projet a été supervisé à la FPMs – UMons par Ir. Alain Rorive (Professeur chargé du cours d'hydrogéologie). La révision porte sur une actualisation partielle des données et notamment sur l'inventaire des ouvrages existants, les volumes d'eau prélevés et les zones de prévention. De même, le tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' a été actualisé.

Les cartes hydrogéologiques sont basées sur de nombreuses données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies par bibliographie et auprès de divers organismes. Elles ont pour objectif d'informer sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des aquifères, ainsi que sur leur exploitation. Elles s'adressent plus particulièrement à toute personne, société ou institution concernées par la problématique et la gestion, tant quantitative que qualitative, des ressources en eau.

La carte principale du poster A0 joint à cette notice a été réalisée à l'échelle 1/25 000. Par un choix délibéré, la carte veut éviter toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire sa lisibilité. Dans ce but, outre la carte principale, deux cartes thématiques au 1/50 000, quatre coupes hydrogéologiques, ainsi qu'un tableau lithostratigraphique sont présentés.

La base de données hydrogéologiques de Wallonie (BD Hydro) est la principale source des données servant à l'élaboration des cartes hydrogéologiques. Elle est en perpétuelle amélioration afin d'aboutir à une base de données centralisée, régulièrement mise à jour (Gogu, 2000 ; Gogu *et al.*, 2001 ; Wojda *et al.*, 2006).

La carte hydrogéologique Fontaine-l'Evêque – Charleroi est téléchargeable gratuitement (notice explicative et poster au format PDF) ou consultable dynamiquement via une application WebGIS sur le site Internet de la Carte Hydrogéologique de Wallonie :

(http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo).

I. INTRODUCTION

La région couverte par la feuille 46/7-8 Fontaine-l'Evêque - Charleroi est située dans la province de Hainaut (voir Figure I-1). Les eaux souterraines exploitées par les sociétés de distribution, mais aussi par les industries, les agriculteurs et à des fins domestiques, viennent principalement des calcaires dévono-carbonifères. Ceux-ci s'observent dans les séries d'écailles charriées au sud de la carte, ainsi que, dans une moindre mesure, dans les sables éocènes et les alluvions de la vallée de la Sambre.

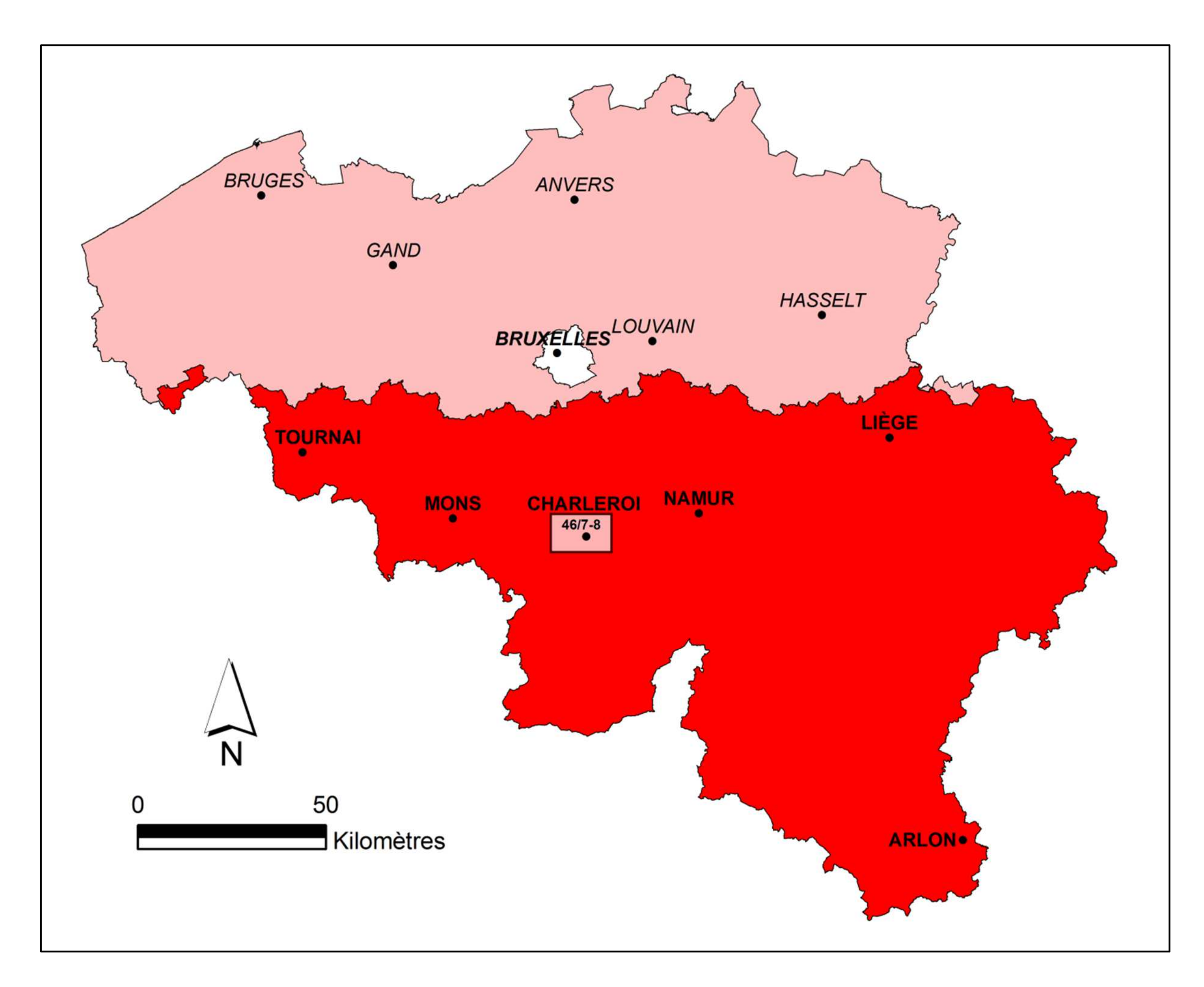


Figure I-1. Localisation de la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi

II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la feuille de Fontaine-l'Evêque – Charleroi est située dans la Province de Hainaut. Les principales communes concernées sont celles de Fontaine-l'Evêque, Charleroi, Courcelles, Montigny-le-Tilleul, Fleurus, Farciennes et Châtelet. (voir Figure II-1).

Les voies de communication principales sont l'autoroute A54 Bruxelles – Charleroi, le ring de contournement de Charleroi R3 et les nationales N5 Bruxelles – Charleroi, N29 Charleroi – Diest, la N53 Charleroi – Chimay et la N90 Charleroi – Mons. La voie ferrée Namur – Charleroi – Bruxelles traverse également la planche.

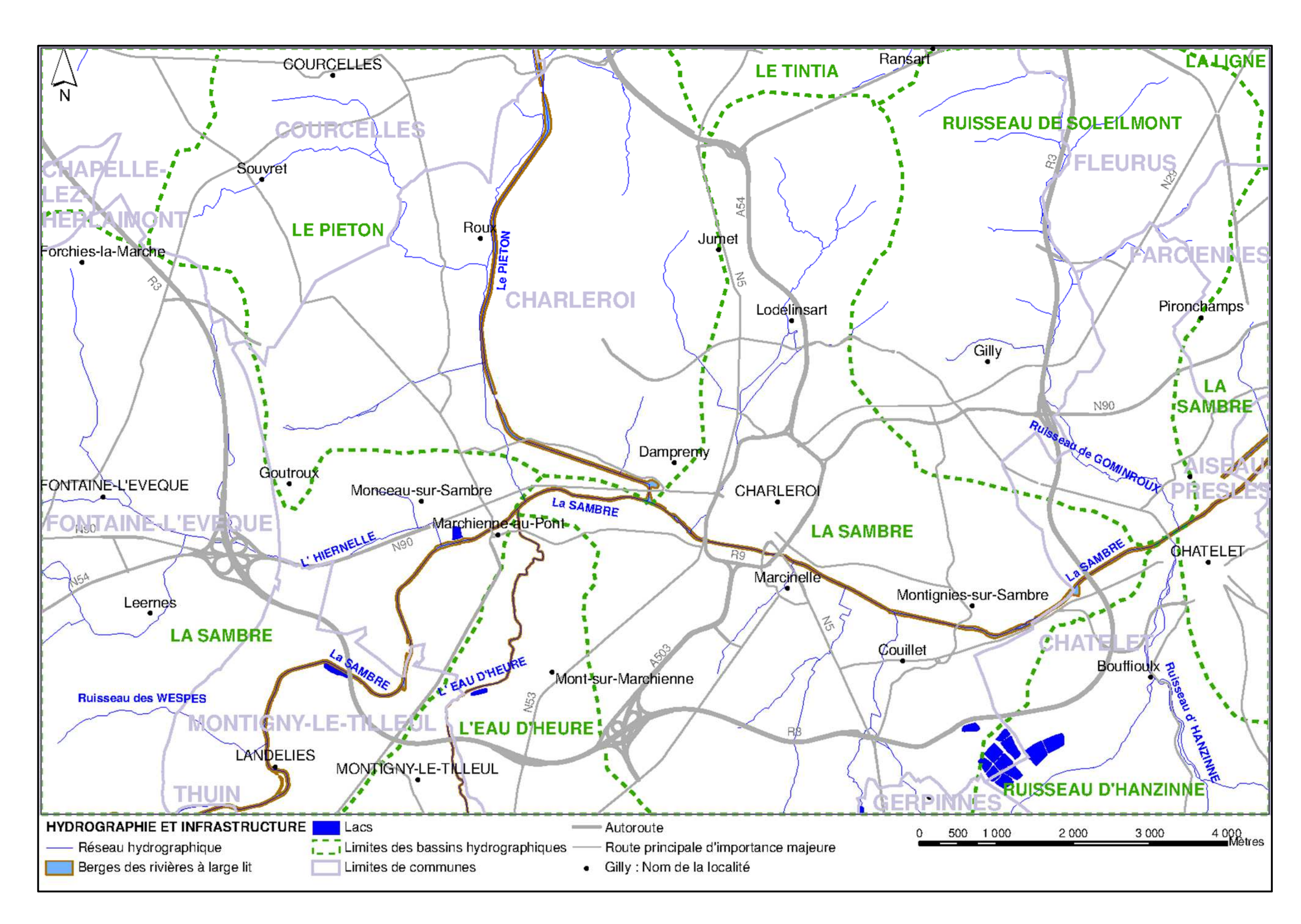


Figure II-1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes

Concernant la géographie et la géomorphologie, la carte se trouve au maximum de l'élargissement du sillon houiller du Hainaut, stimulant très tôt la région de Charleroi à une industrialisation intense : charbonnage, sidérurgie... La planche est bordée au nord par un plateau

montant à plus de 180 mètres d'altitude, tandis qu'au sud, il est possible d'observer une crête formée par les terrains dévoniens du Synclinorium de Dinant. Au centre, la Sambre et ses affluents ont creusé une large vallée. Il existe de nombreux terrils sur la carte, pouvant s'élever jusqu'à plus de 200 mètres d'altitude.

D'un point de vue hydrographique, la feuille de Fontaine-l'Evêque – Charleroi se situe principalement dans le bassin de la Sambre, avec ceux de ses affluents, le Piéton et le Ruisseau de Soleilmont (ou Gominroux) au nord, et l'Eau d'Heure et la Biesme au sud. Cette feuille est également traversée par le canal Charleroi – Bruxelles qui emprunte la Vallée du Piéton.

III. CADRE GÉOLOGIQUE

Le cadre géologique aborde dans un premier point la géologie régionale et dans un second point la géologie détaillée de la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Un résumé très succinct de l'histoire géologique de la Wallonie peut aider à la compréhension de la suite (Boulvain & Pingot, 2012a) :

- de 530 à 400 Ma : dépôt d'une série sédimentaire d'âge Cambrien, Ordovicien et Silurien ;
- de 420 à 380 Ma : plissement calédonien en plusieurs phases, émersion, érosion et pénéplanation ;
- de 400 à 290 Ma : dépôt sédimentaire d'âge Dévonien à Carbonifère en discordance sur le socle calédonien ;
- de 360 à 130 Ma : plissement varisque en plusieurs phases, émersion, érosion et pénéplanation ;
- de 130 Ma à actuel : dépôt de sédiments meubles mésozoïques puis cénozoïques, en discordance sur la pénéplaine.

Lors de l'orogenèse varisque, à la fin du Westphalien, les terrains de la région de Charleroi subissent un raccourcissement dont la direction générale est nord-sud, marqué par le plissement des formations paléozoïques et le développement de chevauchement longitudinaux. La partie sud de l'ensemble plissé a été charriée sur sa partie septentrionale par l'intermédiaire d'une faille de charriage de grande ampleur, la Faille du Midi (voir Figure III-1).

La carte Fontaine-l'Evêque – Charleroi est bordée au sud par cet accident majeur. Elle comprend (voir Figure III-2), pour les terrains paléozoïques :

- au sud de cette faille, des terrains dévoniens du flanc nord du Synclinorium de Dinant, discordants sur le socle calédonien ;
- au nord, des formations appartenant à l'unité Parautochtone du Brabant (Belanger *et al.*, 2012), constituées pour l'essentiel de terrains houillers, et dévonien plus au nord (Delcambre & Pingot, 2000a) ;

- entre les deux, s'intercalent, au sud-est de la carte, les écailles et massifs renversés de la zone Haine-Sambre-Meuse entre la Faille d'Ormont et celle du Midi (Belanger *et al.*, 2012).

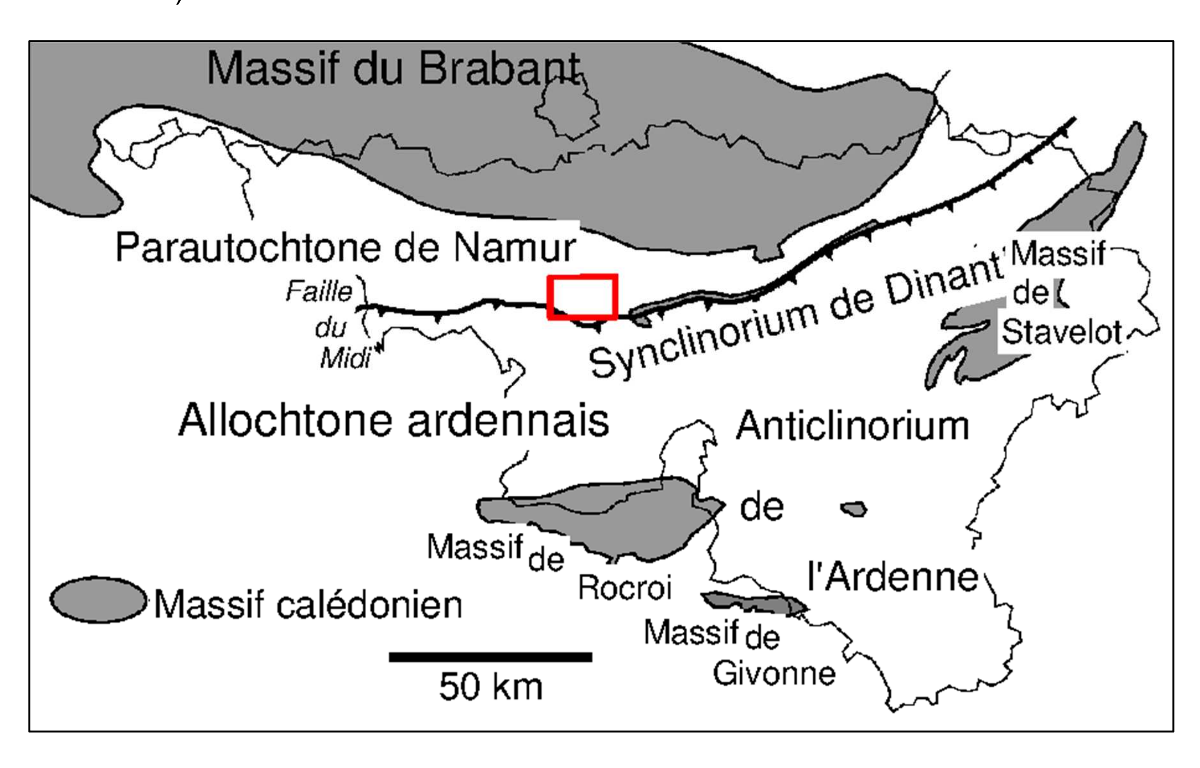


Figure III-1. Localisation de la planche 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi sur carte géologique schématisée (Hennebert, 2008, modifiée)

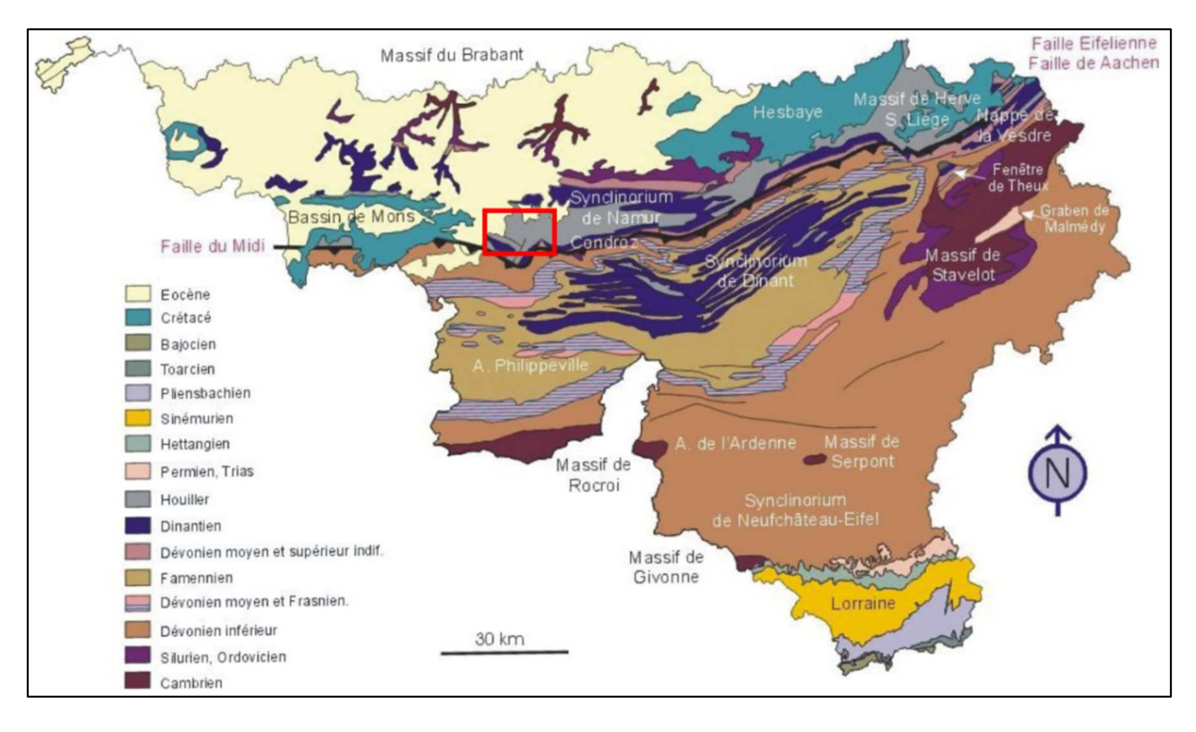


Figure III-2. Localisation de la planche 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2012b, modifié)

La couverture cénozoïque se retrouve principalement au nord de la planche. Elle est quasiment tabulaire, avec toutefois une légère pente vers le nord-ouest, et repose en discordance sur le socle paléozoïque. Son épaisseur peut atteindre une vingtaine de mètres. Il s'agit de la bordure méridionale du plateau brabançon.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

Cette partie décrit sommairement la lithologie et la stratigraphie des différentes formations rencontrées sur cette carte. Cette description est issue du texte explicatif de la nouvelle carte géologique 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi au 1/25 000, éditée en 2000 et dressée par Delcambre et Pingot, auquel est renvoyé le lecteur pour une description plus détaillée. Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique.

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

Le Tableau III-1 reprend toutes les subdivisions géologiques utilisées dans la région de Fontaine-l'Evêque – Charleroi. Les différentes formations sont décrites ci-dessous dans un ordre chronologique.

III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque

Sur la planche de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, le Paléozoïque est constitué des roches de l'Ordovicien, du Silurien, du Dévonien inférieur (Lochkovien et Praguien), moyen (Eifelien) et supérieur (Frasnien et Famennien) et du Carbonifère (Tournaisien, Viséen, Namurien et Westphalien).

III.2.1.1.1. L'Ordovicien

La Formation de Sart-Bernard (SBN – Llanvirn à Llandeilo) s'observe sous forme de schistes noirs assez fins, recouverts d'une patine lustrée. Son épaisseur n'est pas connue, mais doit être supérieure à la centaine de mètres.

III.2.1.1.2. Le Silurien

La Formation des Longues Royes (LGR – Ludlow) est constituée de schistes verts silteux et de siltites homogènes renfermant des bandes plus foncées. L'épaisseur est mal connue, mais serait d'au moins 150 à 180 mètres.

La Formation de Moncheret (MCH – Ludlow à Pridoli) contient des schistes silteux incorporant soit des barres métriques de grès noir divisées en bancs lenticulaires, soit des lentilles décimétriques de ce même grès. L'épaisseur serait de 50 à 70 mètres au minimum.

Tableau III-1. Tableau lithostratigraphique de la région de Fontaine-l'Evêque – Charleroi

Ere	*Système*	*Série*	*Etage et sous-étage*	*Groupe*	*Formation*	*Membre*	*Abréviation*	*Lithologie*
CENOZOIQUE	**Quaternaire**	**Holocène**			Alluvions modernes		AMO	Graviers, sables et limons
	Paléogène	**Eocène**	Lutétien		Bruxelles		BXL	Sables, grès
			Yprésien		Couillet		CLL	Sables
					Carnières		CAR	Argiles sableuses
		Paléocène	Thanétien		Erquelinnes		ERQ	Sables, argiles
PALEOZOIQUE	**Carbonifère**	**Silésien**	**Westphalien** B	Houiller	Charleroi	Quaregnon	HOU	Schistes, grès, charbons
						Mons		
			Westphalien A		Châtelet	Floriffoux		Schistes, grès
						Ransart		
			Namurien Yeadonien		Andenne			Schistes, grès, charbons
			Marsdenien					
			Kinderscoutien					
			Alportien					
			Chokiérien		Chokier			Schistes
			Arnsbergien					
		Dinantien	**Viséen** Warnantien	Hoyoux	Warnant		HOY	Calcaires à cherts
					Anhée			Calcaires
					Poilvache			Calcaires
					Thon - Samson			Calcaires
			Livien		Lives	Bouffioulx	LIV	Calcaires
						Brèche		Brèches calcaires
						Calcaire de Lives		Calcaires
			Molinacien		Neffe		NEF	Calcaires
					Terwagne		TER	Calcaires
			Tournaisien Ivorien		Namur – Mont-sur-Marchienne		NMR – MSM	Calcaires, calcaires dolomitiques
					Namur – Pont-à-Nôle		NMR – PNL	Calcaires, calcaires dolomitiques
			Hastarien	Station de Gendron	Maurenne		MAU (SGD)	Calcaires argileux
					Landelies		LAN (SGD)	Calcaires
				Anseremme	Pont d'Arcole		PDA (ANS)	Schistes
					Hastière		HAS (ANS)	Calcaires
	Dévonien	**Supérieur**	Famennien		Bois des Mouches		BDM	Grès, calcaires, siltites
					Falisolle		FLS	Schistes
			Frasnien		Aisemont		AIS	Schistes, calcaires
					Lustin		LUS	Calcaires
					Presles		PRE	Schistes
		Moyen	Givetien					
			Eifelien		Bois Godiau		BGD	Conglomérat à matrice gréseuse
		Inférieur	Praguien		Acoz		ACO	Siltites, grès
					Bois d'Ausse		BAU	Grès avec intercalations silto-schisteuses
			Lochkovien		Fooz		FOO	Siltites, grès
	Silurien	**Pridoli**			Moncheret		MCH	Schistes, grès
		Ludlow						
					Longues Royes		LGR	Schistes
	Ordovicien	**Llandeilo**			Sart-Bernard		SBN	Schistes
		Llanvirn						

III.2.1.1.3. Le Dévonien inférieur

La Formation de Fooz (FOO – Lochkovien) est composée, à sa base, de grès grossiers et graveleux, ensuite des siltites vertes, pouvant contenir des barres métriques de grès grisâtres. La puissance de la formation est de 150 mètres.

La Formation du Bois d'Ausse (BAU – Lochkovien à Praguien) se divise en trois parties. La partie inférieure se caractérise par des grès gris, pouvant contenir des intercalations de schistes et de siltites. Ces grès, assez fins et bien stratifiés, sont divisés en bancs décimétriques. La partie intermédiaire est composée d'une alternance de petits bancs de grès et de siltites. La partie supérieure est constituée de grès quartzitiques lenticulaires à intercalations de siltites et de schistes. L'épaisseur de la formation serait comprise entre 150 et 170 mètres.

La Formation d'Acoz (ACO – Praguien) est divisée en deux membres. Le membre inférieur est constitué par des siltites rouges auxquelles sont nettement subordonnées des couches gréseuses. Le membre supérieur est représenté par une alternance de barres de grès et de siltites. L'épaisseur de la formation est de 300 mètres.

III.2.1.1.4. Le Dévonien moyen

La Formation de Bois Godiau (BGD – Eifelien) montre un conglomérat à galets pluricentimétriques de quartz et de schistes dans une matrice de grès et de grès schisteux. L'épaisseur n'est pas connue, seuls quelques mètres de conglomérats apparaissent à l'affleurement.

III.2.1.1.5. Le Dévonien supérieur

La Formation de Presles (PRE – Frasnien) n'est pas observée sur cette planche mais sa présence est toutefois fortement supposée (Beugnies, 1976). Il s'agit de schistes ferrugineux. La formation est vraisemblablement épaisse d'une dizaine de mètres.

La Formation de Lustin (LUS – Frasnien) se distingue par une alternance hétérogène de calcaires stratifiés et construits, ces derniers pouvant être partiellement dolomitisés. Quelques fins niveaux schisteux sont présents entre ces deux types de calcaires. Cette formation a une puissance de 70 mètres.

La Formation d'Aisemont (AIS – Dév. supérieur, Frasnien) est assez hétérogène, faite d'une série de schistes et de calcaires, noduleux ou pas. Sa base est schisteuse, surmontée de gros bancs de calcaires. Le sommet présente également un caractère nettement plus schisteux.

La formation n'atteint probablement pas 10 mètres. L'épaisseur n'est pas connue dans le massif de Chamborgneau (définie dans III.2.2 Cadre structural).

La Formation de Falisolle (FLS – Frasnien à Famennien) est composée de schistes fins ou silteux, qui se chargent vers le sommet d'intercalations silteuses de plus en plus nombreuses. Il est possible d'y rencontrer quelques rares bancs gréseux. L'épaisseur est comprise entre 60 et 80 mètres.

La Formation du Bois des Mouches (BDM – Famennien) débute par une barre de grès massifs, divisée en gros bancs (25 mètres). Cette barre est surmontée de grès silteux, à intercalations de plaquettes de grès micacés ou de schistes, et renfermant quelques bancs de calcaires gréseux. La partie supérieure montre un caractère marin plus marqué, avec des calcaires foncés, grossiers et parfois un peu gréseux. L'épaisseur de la formation est estimée à 165 mètres.

III.2.1.1.6. Le Carbonifère

Le **Groupe d'Anseremme** (ANS – Tournaisien, Hastarien) associe deux formations peu épaisses en une seule unité : Hastière et Pont d'Arcole.

La Formation d'Hastière (HAS) montre, sur 10 mètres d'épaisseur environ, des calcaires crinoïdiques en bancs métriques, à intercalations calcschisteuses à la base et au sommet.

La Formation de Pont d'Arcole (PDA), épaisse de 10 mètres, est nettement schisteuse, avec quelques bancs de calcaires crinoïdiques à la base.

Le **Groupe de la Station de Gendron** (SGD – Tournaisien, Hastarien) réunit les formations de Landelies et de Maurenne.

La Formation de Landelies (LAN) est composée de calcaires crinoïdiques en bancs pluridécimétriques sur 25 mètres d'épaisseur.

La Formation de Maurenne (MAU) est constituée de calcschistes avec quelques bancs de calcaires grossiers à la base. L'épaisseur est estimée à 10 mètres.

La Formation de Namur (NMR – Tournaisien à Viséen, Ivorien à Moliniacien) regroupe plusieurs unités que la dolomitisation empêche de distinguer correctement. De manière générale, il est possible d'y retrouver sur 135 mètres d'épaisseur, des dolomies ou des calcaires dolomitiques à intercalations de cherts. Dans la vallée de l'Eau d'Heure (ouest de la carte), cette formation passe latéralement aux deux formations suivantes.

La Formation de Pont-à-Nôle (PNL – Tournaisien, Ivorien) est constituée de calcaires gris, dolomitiques, stratifiés en bancs décimétriques, renfermant de nombreux cherts à la base. L'épaisseur est difficile à estimer, mais serait d'environ 100 mètres.

La Formation de Mont-sur-Marchienne (MSM – Tournaisien à Viséen, Ivorien à Moliniacien) comprend des calcaires clairs, divisés en gros bancs, ponctués de nodules de calcite. Cet éclaircissement de teinte ainsi que la présence de faciès algaire marquent la transition avec la formation de Pont-à-Nôle sous-jacente. Son épaisseur est d'une quarantaine de mètres au moins.

La Formation de Terwagne (TER – Viséen, Molinacien) est formée essentiellement de bancs de calcaires, fins à la base à plus grenus et parfois dolomitiques au sommet. La puissance de la formation est estimée à 90 mètres.

La Formation de Neffe (NEF – Viséen, Molinacien) est divisée en gros bancs calcaires de plusieurs mètres d'épaisseur. Ces calcaires sont clairs sur la rive gauche de la Sambre et prennent une couleur plus foncée, sur la rive droite. La formation est épaisse de 70 mètres.

La Formation de Lives (LIV – Viséen, Livien) peut être séparée en trois membres, avec de bas en haut :

- des calcaires stratifiés rythmiques, le Calcaire de Lives, sensu stricto ;
- un membre bréchique, d'épaisseur inégale, de couleur grise ou rouge ;
- le Membre de Bouffioux constitué de calcaire massif, marbré de bleu, contenant des traces manifestes d'évaporites.

Le **Groupe du Hoyoux** (HOY – Viséen, Warnantien) rassemble les séries calcaires des formations de Thon-Samson, Poilvache et Anhée, ainsi que les derniers bancs calcaires correspondant au V3c (Viséen supérieur) des anciens auteurs (appelés « couches de passage »). La Formation de Thon-Samson (TSS), la Formation de Poilvache (PVC) et la Formation d'Anhée (ANH) sont toutes les trois constituées de calcaires stratifiés. Les « couches de passage » contiennent des calcaires fins, à nombreux cherts. Le groupe a une puissance de 105 mètres.

Le **Groupe Houiller** (HOU – Namurien à Westphalien) est composé de schistes et de grès contenant des couches de charbon dont la puissance peut atteindre deux mètres. Sur la présente carte, le groupe peut être divisé en quatre formations distinctes : Chokier, Andenne, Châtelet, et Charleroi. Elles sont toutefois cartographiées ensemble sur la carte. L'épaisseur totale du groupe peut être estimée à plus de 1500 mètres.

La Formation de Chokier (Namurien, Amsbergien et Chokiérien) se compose de schistes siliceux. L'épaisseur est d'environ 90 mètres dans le Comble Nord.

La Formation d'Andenne (Namurien, d'Alportien au Yeadonien) a une épaisseur de 300 mètres. Elle a un caractère plus gréseux et renferme quelques intercalations calcaires.

La Formation de Châtelet (Westphalien, A), essentiellement composée de shales, contient encore quelques niveaux de grès. Cette formation renferme les premières veines de houille exploitées industriellement. Elle se divise en deux membres : le Membre de Ransart et celui de Floriffoux. La puissance de la formation est d'environ 200 mètres.

La Formation de Charleroi (Westphalien, A et B) est très épaisse : plus de 900 mètres. Elle est formée de shales, de grès et de veines de houille, plus abondantes que dans les unités inférieures. L'épaisseur des couches de charbon dépasse exceptionnellement le mètre. Elles ont été intensivement exploitées par le passé. Cette formation comprend plusieurs membres : le Membre de Mons et celui de Quaregnon notamment.

III.2.1.2. Les formations du Cénozoïque

Le Cénozoïque se scinde ici en deux systèmes : le Paléogène et le Quaternaire.

III.2.1.2.1. Le Paléogène

La Formation d'Erquelinnes (ERQ – Paléocène, Thanétien) n'a pas été observée mais sa présence est connue par d'anciennes exploitations de sablières et par sondages. Ce sont des sables assez fins, argileux, avec localement des intercalations d'argiles silteuses. Ils occupent principalement des poches karstiques. L'épaisseur est très variable, pouvant aller jusqu'à une quinzaine de mètres.

La Formation de Carnières (CAR - Eocène, Yprésien) est composée de sédiments argileux à argilo-sableux de teinte grise. La formation a une épaisseur comprise entre 0 et 17 mètres. Elle disparaît progressivement vers le nord-est de la carte.

La Formation de Couillet (CLL – Eocène, Yprésien) est formé de sables, avec un gravier à la base et quelques plaquettes de grès en lits discontinus au sommet. Ils sont différenciés des sables bruxelliens à partir de critères paléontologiques. Ils recouvrent les dépôts thanétiens piégés dans les poches karstiques. Son épaisseur n'est pas connue.

La Formation de Bruxelles (BXL – Eocène, Lutétien) présente des lithologies légèrement différentes à l'ouest et à l'est de la carte. Dans la partie occidentale, il est possible d'observer des sables clairs, fins dans lesquels sont intercalés des bancs continus de grès carbonatés, tandis que les sables sont plus grossiers et jaunâtres dans le secteur oriental de la carte. L'épaisseur n'est pas connue, mais lors du fonçage d'un puits, 22 mètres de sables ont été recoupés.

III.2.1.2.2. Le Quaternaire

La carte est traversée d'ouest en est par la vallée de la Sambre, qui collecte également les eaux de l'Eau d'Heure, la Biesme et le Piéton, ses affluents principaux. Celle-ci est encaissée dans les terrains anté-silésiens et les dépôts alluviaux y sont limités au fond de vallées. Par contre, la vallée s'ouvre lorsqu'elle pénètre dans les terrains houillers, ce qui forme une large plaine alluviale.

Les alluvions modernes (AMO) sont formées de graviers, sables et limons sur une épaisseur très variable, pouvant même dépasser la dizaine de mètres. Quelques couches plus argileuses renferment d'importants débris végétaux (bois, tourbe, …).

III.2.2. Cadre structural

Le cadre structural régional est décrit plus précisément dans le livret explicatif de la nouvelle carte géologique (Delcambre & Pingot, 2000a). Les éléments principaux sont résumés ci-dessous.

La planche Fontaine-l'Evêque – Charleroi couvre un tronçon de la bande houillère allant du nord de la France à l'Allemagne. De nombreuses failles découpent ce terrain plissé en de multiples unités structurales, qui peuvent être regroupées en trois massifs plus importants, du nord au sud (voir Figure III-3) :

- les massifs parautochtones, formés du massif du Comble Nord, du Placard et du Centre :

Le massif du Comble Nord a la forme d'un synclinal ouvert à l'ouest et à flanc sud redressé vers l'est. Il est en plus découpé par des failles de faible rejet. Le massif du Placard est structuré en plis serrés, déversés vers le nord et présente une fracturation moins importante. Le massif du Centre forme une large plateure à l'ouest de la carte avant de se structurer progressivement vers l'est par le développement de courts dressants. A l'est de Charleroi, ces plis s'accentuent à cause de nombreuses failles inverses, jusqu'à former une structure imbriquée de massifs de moindre importance. Cette première unité tectonique ne comporte en surface que des terrains houillers.

- le massif charrié, originellement unique mais découpé par la suite en plusieurs écailles et limité à sa base par une épaisse zone failleuse :

Les différentes écailles sont le Massif d'Ormont, le Massif de Chamborgneau, le massif de la Tombe, le massif de Masse-Jamioulx, le Massif des Wespes. Le Massif d'Ormont présente une structure en plis déversés au sud. Le massif de Chamorgneau repose sur l'épaisse zone failleuse d'Ormont et s'étend vers l'ouest sous le Massif de la Tombe.

Le Massif de la Tombe est morcelé en plusieurs unités : Monceau (qui montre un anticlinal fortement déversé vers le nord et ennoyé vers le nord-ouest ; au contact de la Faille du Midi, le flanc sud, peu incliné, est découpé par un jeu de failles qui répètent les calcaires et les schistes frasniens), Forêt (qui s'enfonce sous l'unité de Monceau), Conception (qui forme la partie orientale du Massif) et Mont-sur-Marchienne (située à l'est de la vallée de l'Eau d'Heure).

- le massif du Midi, constitué des terrains surmontant la Faille du Midi :

Aux extrémités sud-ouest et sud-est, il est possible de voir les terrains dévoniens de la bordure nord du Synclinorium de Dinant en discordance sur les terrains ordoviciens. L'inclinaison de la Faille du Midi, constituant la base de cette unité, passe de 15° sud (à l'ouest) à près de 40° sud (à l'est).

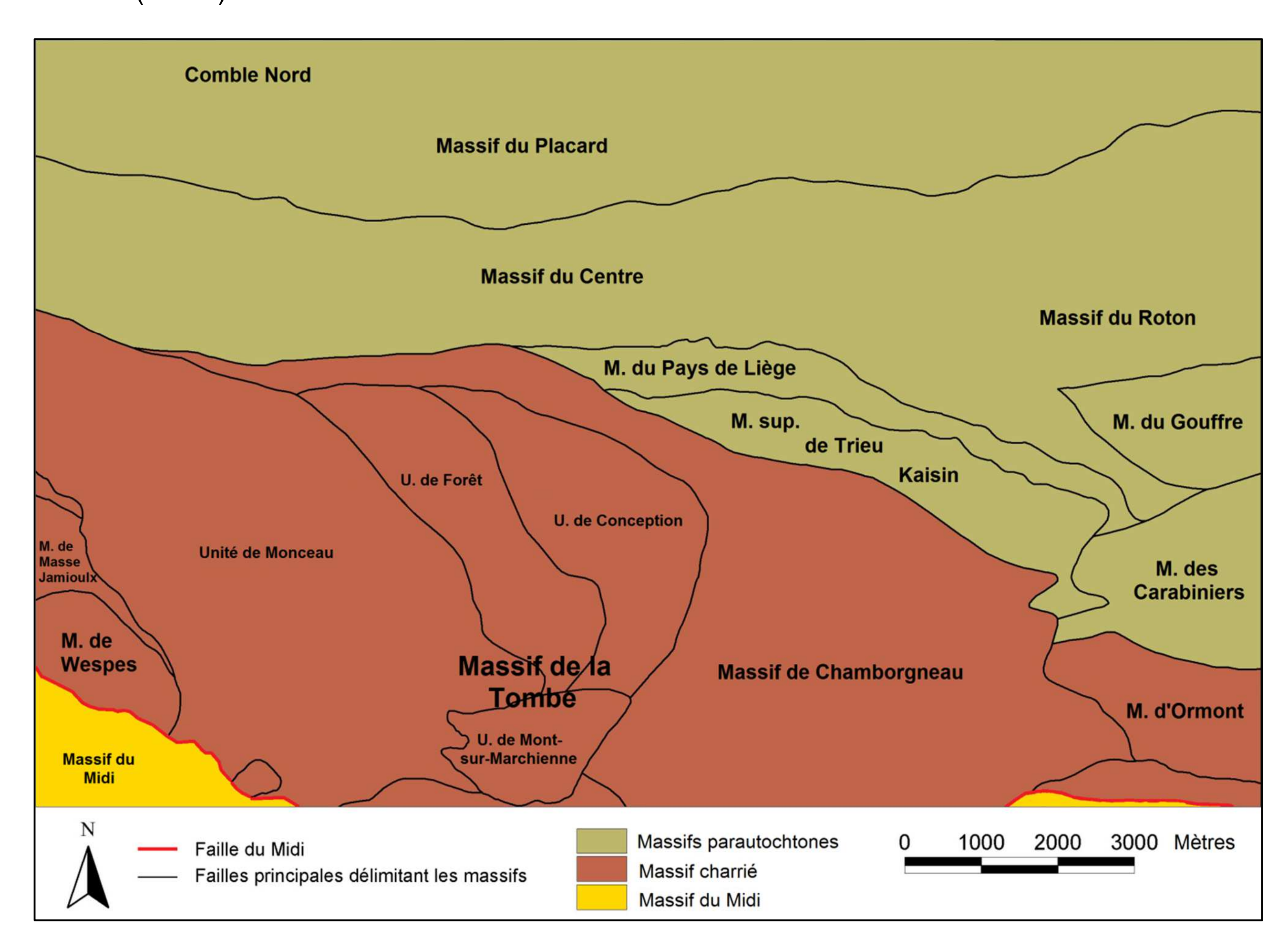


Figure III-3. Carte structurale simplifiée de la planche 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi (Delcambre & Pingot, 2000a, modifié)

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises dans le Tableau IV-1 synthétique ainsi que dans le tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' du poster A0 joint à la notice.

Les formations géologiques sont regroupées en fonction de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Trois termes sont utilisés pour décrire les unités hydrogéologiques, selon le caractère plus ou moins perméable des formations (Pfannkuch, 1990 ; UNESCO-OMM, 1992) :

- Aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantité exploitable ;
- Aquitard : formation géologique de nature plutôt peu perméable et semi-perméable dans laquelle l'écoulement se fait à une vitesse beaucoup plus réduite que dans un aquifère. Son exploitation est possible mais de productivité limitée ;
- Aquiclude : formation à caractère peu perméable, très faiblement conductrice d'eau souterraine, dont il n'est pas possible d'extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions assez subjectives sont à utiliser avec précaution. Elles sont reprises ici afin de renseigner, à une échelle régionale, le caractère globalement perméable, semi-perméable ou imperméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent sur la description lithologique de ces unités (formations ou ensembles de formations).

Certaines formations géologiques voient leur faciès changer latéralement, il est donc possible qu'une même formation soit définie en termes d'aquifère sur une carte et en terme d'aquitard sur une autre carte (raisonnement par carte).

IV.1.1. L'aquiclude du socle cambro-silurien

L'aquiclude du socle cambro-silurien, constitué des formations de Moncheret, des Longues Royes et de Sart-Bernard, d'âge Silurien et Ordovicien, appartient à la terminaison occidentale des écailles et massifs renversés de Sambre et Meuse (Belanger *et al.*, 2012). Ces formations constituent un ensemble cohérent caractérisé par une lithologie de nature schisteuse et phylladeuse. Leur comportement imperméable leur confère les caractéristiques d'un aquiclude.

Ces terrains sont peu présents dans la zone étudiée, coincés entre le bassin houiller et le Synclinorium de Dinant, au sud de la Faille du Midi.

Tableau IV-1. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' de la région de Fontaine-l'Evêque – Charleroi

Ere	Système	Série	Etage et sous-étage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie	Hydrogéologie
CENOZOIQUE	Quaternaire	Holocène			Alluvions modernes		AMO	Graviers, sables et limons	Aquifère alluvial
	Paléogène	Eocène	Lutétien		Bruxelles		BXL	Sables, grès	Aquifère des sables de l'Eocène
			Yprésien		Couillet		CLL	Sables	
					Carnières		CAR	Argiles sableuses	Aquiclude - Aquitard des argiles de l'Eocène
		Paléocène	Thanétien		Erquelinnes		ERQ	Sables, argiles	Aquifère des sables du Paléocène
PALEOZOIQUE	Carbonifère	Silésien	Westphalien – B	Houiller	Charleroi	Quaregnon	HOU	Schistes, grès, charbons	Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller
						Mons			
			A		Châtelet	Floriffoux		Schistes, grès	
						Ransart			
			Namurien – Yeadonien		Andenne			Schistes, grès, charbons	
			Marsdenien						
			Kinderscoutien						
			Alportien						
			Chokiérien		Chokier			Schistes	
			Arnsbergien						
		Dinantien	Viséen – Warnantien	Hoyoux	Warnant		HOY	Calcaires à cherts	Aquifère des calcaires du Carbonifère
					Anhée			Calcaires	
					Poilvache			Calcaires	
					Thon - Samson			Calcaires	
			Livien		Lives	Bouffioulx	LIV	Calcaires	
						Brèche		Brèches calcaires	
						Calcaire de Lives		Calcaires	
			Molinacien		Neffe		NEF	Calcaires	
					Terwagne		TER	Calcaires	
			Tournaisien – Ivorien		Namur	Mont-sur-Marchienne	NMR – MSM	Calcaires, calcaires dolomitiques	
						Pont-à-Nôle	PNL	Calcaires, calcaires dolomitiques	
			Hastarien	Station de Gendron	Maurenne		MAU – SGD	Calcaires argileux	Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien
					Landelies		LAN	Calcaires	
				Anseremme	Pont d'Arcole		PDA – ANS	Schistes	
					Hastière		HAS	Calcaires	
	Dévonien	Supérieur	Famennien		Bois des Mouches		BDM	Grès, calcaires, siltites	Aquifère des grès du Famennien
					Falisolle		FLS	Schistes	Aquiclude du Famennien - Frasnien
			Frasnien		Aisemont		AIS	Schistes, calcaires	
					Lustin		LUS	Calcaires	Aquifère des calcaires du Frasnien
					Presles		PRE	Schistes	Aquiclude du Frasnien
		Moyen	Givetien						Aquifère des calcaires du Givétien *(visible uniquement sur la coupe AA')*
			Eifelien		Bois Godiau		BGD	Conglomérat à matrice gréseuse	Aquitard de l'Eifelien
		Inférieur	Praguien		Acoz		ACO	Siltites, grès	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
					Bois d'Ausse		BAU	Grès avec intercalations silto-schisteuses	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
			Lochkovien		Fooz		FOO	Siltites, grès	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
	Silurien	Pridoli			Moncheret		MCH	Schistes, grès	Aquiclude du socle cambro-silurien
		Ludlow							
					Longues Royes		LGR	Schistes	
	Ordovicien	Llandeilo			Sart-Bernard		SBN	Schistes	
		Llanvirn							

IV.1.2. L'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Les formations de Fooz et d'Acoz forment l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les niveaux silteux expliquent la qualification d'aquitard, tandis que les horizons gréseux constituent les niveaux aquifères. Le niveau de fissuration et d'altération, pouvant varier localement, influence la qualité de cet aquitard.

IV.1.3. L'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

La formation du Bois d'Ausse se démarque des formations qui l'encadrent par la proportion de niveaux gréseux beaucoup plus importante que les schistes. Elle forme ainsi l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. De plus, la fissuration importante de ces roches, suite au plissement varisque, a également contribué à en améliorer la capacité de stockage et d'écoulement. Les niveaux aquicludes correspondent aux niveaux schisteux intercalés entre les masses gréseuses.

Les grès peuvent former des aquifères exploitables. Des nappes y sont localisées, dans le manteau d'altération sableux, qui a une extension assez limitée, et dans les grès fissurés en profondeur.

Les sables d'altération procurent au réservoir une importante porosité de pores qui, couplée à une porosité de fissures due à la fracturation des grès sous-jacents, engendre une bonne perméabilité générale. La capacité de filtration de ces sables conduit à une qualité d'eau généralement correcte.

IV.1.4. L'aquitard de l'Eifelien

L'aquitard de l'Eifelien est formé de la Formation de Bois Godiau. Cette formation n'apparaît que sur quelques mètres, de manière très ponctuelle, surmontant le socle silurien. Sa nature lithologique permet de considérer cette formation de très faible extension comme un aquitard. Vu ses dimensions, cette unité présente peu d'intérêt.

IV.1.5. L'aquifère des calcaires du Givetien

L'aquifère des calcaires du Givétien est présent uniquement en profondeur (il n'affleure pas sur la carte mais est visible sur la coupe A-A'). Il présente une faible épaisseur, coincé sous la Faille du Bois de Châtelet. Sa lithologie essentiellement carbonatée en fait un bon aquifère.

IV.1.6. L'aquiclude du Frasnien

La Formation schisteuse imperméable de Presles constitue l'aquiclude du Frasnien. Cette formation apparaît d'une part en profondeur, isolant l'aquifère des calcaires du Givetien sous la Faille de Châtelet, et d'autre part à l'affleurement à Landelies.

IV.1.7. L'aquifère des calcaires du Frasnien

Cet aquifère est formé par les calcaires construits de la Formation de Lustin qui affleurent en bordure nord de la faille du Midi. Ils sont fortement karstifiés, surtout dans la région de Montigny-le-Tilleul (sud-ouest de la carte). Ils sont séparés hydrauliquement vers le nord des

calcaires du Carbonifère par les formations schisteuses d'Aisemont et de Falisolle (aquiclude du Famennien – Frasnien) mais, en raison des nombreuses failles de charriage, ils peuvent reposer directement sur ces mêmes calcaires par l'intermédiaire de la Faille de Chamborgneau, dans la région sud-ouest (voir coupe A-A').

IV.1.8. L'aquiclude du Famennien – Frasnien

L'aquiclude du Famennien – Frasnien est constitué des formations d'Aisemont et de Falisolle. Ces formations sont essentiellement composées de schistes et de siltites, avec de rares intercalations gréseuses. Cette unité est donc particulièrement imperméable, et les rares intercalations de grès sont insuffisantes pour conférer une tendance perméable à l'aquiclude. Cette unité sépare l'aquifère des calcaires du Frasnien de l'aquifère des grès du Famennien (lui-même en continuité hydraulique avec les unités calcaires du Carbonifère).

IV.1.9. L'aquifère des grès du Famennien

Les grès fissurés et/ou altérés de la Formation du Bois des Mouches peuvent former des aquifères exploitables. Généralement libres, ces nappes sont localisées dans le manteau d'altération sableux qui surmonte des grès fortement fissurés en profondeur.

Les sables d'altération procurent au réservoir une importante porosité de pores qui, couplée à une porosité de fissures due à la fracturation des grès sous-jacents, engendre une perméabilité générale moyenne. La capacité de filtration de ces sables conduit à une qualité d'eau généralement correcte.

La nappe contenue dans la Formation du Bois des Mouches, du fait de la position topographiquement plus élevée de ses zones d'affleurement et de sa perméabilité d'ensemble, présente une piézométrie plus élevée que celle des calcaires et se déverse donc vers ces derniers ou vers les cours d'eau.

IV.1.10. L'aquifère –aquitard –aquiclude de l'Hastarien

En raison de leurs trop faibles épaisseurs et de leurs lithologies différentes, les quatre formations d'Hastière, de Pont d'Arcole, de Landelies et de Maurenne (déjà regroupées sous les groupes d'Anseremme et de Station de Gendron) ont été cartographiée ensemble sous le terme 'Aquifère – Aquitard – Aquiclude de l'Hastarien'. En effet, ce groupe contient des niveaux aquifères (calcaires des formations de Landelies et d'Hastière), mais aussi des formations aquitards (calcaires schisteux de Maurenne) et aquicludes (schistes du Pont d'Arcole) sur une épaisseur maximale de 60 mètres.

Cette unité borde au sud les calcaires du Carbonifère. Les niveaux aquifères ont un comportement semblable à ceux des calcaires du Tournaisien supérieur et du Viséen. La Formation schisteuse du Pont d'Arcole, intercalée entre les calcaires hastariens (formations d'Hastière et de Landelies), jouerait le rôle de barrière hydrogéologique. Cependant, le rôle hydrogéologique exact de cette formation n'a pas encore pu être clairement déterminé dans la région de Fontaine-l'Evêque – Charleroi.

IV.1.11. L'aquifère des calcaires du Carbonifère

Les formations constituant l'aquifère des calcaires du Carbonifère sont des plus anciennes aux plus récentes :

- Formations de Pont-à-Nôle, de Mont-sur-Marchienne et de Namur, pour le Tournaisien ;
- Formations de Terwagne, de Neffe, de Lives et celles du Groupe du Hoyoux pour le Viséen ;

Le Tournaisien présente des calcaires pouvant être plus dolomitiques ou plus argileux.

Les joints de toutes natures, fractures, diaclases, stratifications, failles confèrent aux calcaires dévono-carbonifères une bonne perméabilité. Souvent, la circulation d'eau, associée aux processus chimiques de dissolution, a élargi les fissures en véritables conduits (karstification), formant souvent des zones à circulation préférentielle.

L'extension de cet aquifère se limite sur cette carte aux massifs de la Tombe (unité de Monceau et de Mont-sur-Marchienne) et d'Ormont. Seul le premier est exploité par les sociétés de distribution d'eau. Il s'agit d'une bande d'environ sept kilomètres de long et de 1,2 km de large, pour une puissance maximale de 550 mètres. Les schistes du Houiller bordent quasiment la totalité de cette zone aquifère et constituent également une base imperméable. L'alimentation en eau, pour ce massif, se fait donc essentiellement au droit même de cette bande calcaire.

IV.1.12. L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller, qui comprend ici quatre formations, a une épaisseur estimée excédant 1 500 mètres au total. Les schistes, siltites et grès du Houiller sont peu perméables. Localement, les terrains houillers renferment une nappe de fissures localisée dans les horizons plus gréseux.

IV.1.13. L'aquifère des sables du Paléocène

Les sables d'Erquelinnes ne constituent pas à proprement parler une réserve aquifère car ils ne se retrouvent pas en couche continue sur cette carte, mais uniquement dans des remplissages de poches karstiques, relativement peu profondes.

IV.1.14. L'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène

Cet aquiclude se compose uniquement de la Formation de Carnières. Il s'agit d'une alternance d'argiles et de sables fins argileux. Son épaisseur varie de 0 à 17 mètres. La nature de ces terrains lui confère un caractère tantôt aquitard, tantôt aquiclude. Le contact des sables sur les argiles peut constituer un niveau où apparaissent des sources.

IV.1.15. L'aquifère des sables de l'Eocène

L'aquifère des sables de l'Eocène couvre une zone s'étendant d'Anderlues (sud) à Beauvechain (nord) et de Nivelles (ouest) à Perwez (est). La carte étudiée est entourée en rouge sur la Figure IV-1.

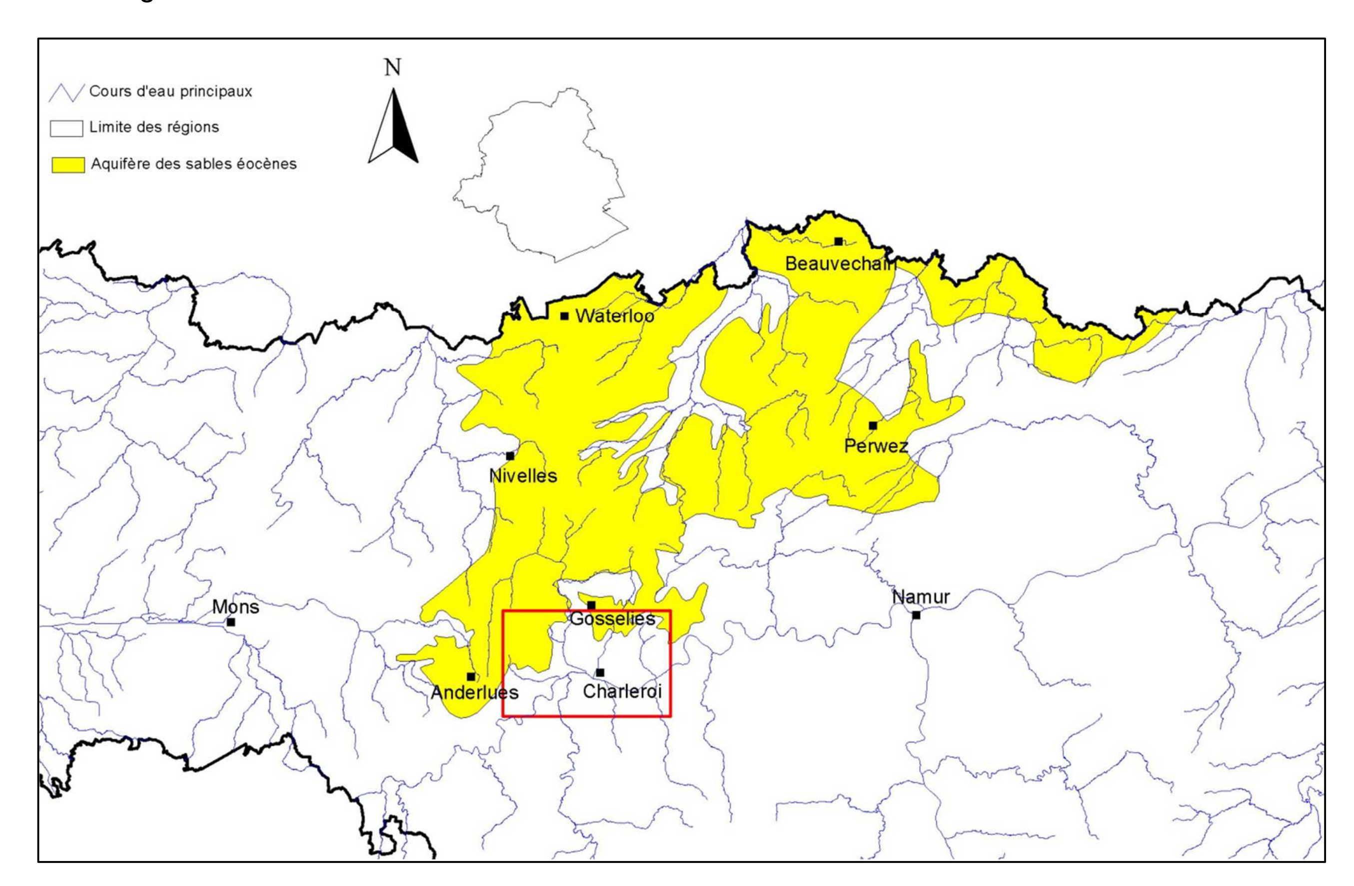


Figure IV-1. Localisation de la planche Fontaine-l'Evêque – Charleroi par rapport à l'aquifère des sables de l'Eocène

L’aquifère se compose essentiellement de la Formation de Bruxelles au nord; la Formation de Couillet, visible au sud, ne se retrouvant qu’en remplissage de poches karstiques. Il est séparé hydrauliquement des terrains houillers par les argiles de la Formation de Carnières là où ces dernières sont présentes (voir carte thématique au 1/50 000 « Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes »), et peut de ce fait, se retrouver perché. Son épaisseur est fort variable, en fonction de la topographie de la région, mais dépasse rarement les 20 mètres. Cette nappe, tout comme celles des alluvions, est fort vulnérable aux pollutions.

IV.1.16. L’aquifère alluvial

Les premières nappes rencontrées dans les vallées, toujours superficielles, sont celles des alluvions des cours d’eau. Ces nappes sont en général de qualité médiocre et polluées. Elles sont aussi fort exposées au tarissement en période sèche.

Sur cette planche, ces alluvions, très hétérogènes, forment un aquifère plus ou moins continu à nappe libre et constituent un réservoir d’eau de grand volume, dans lequel quelques sociétés puisent des eaux de qualité « industrielle ». Cette nappe superficielle contenue dans les alluvions est en relation directe avec les calcaires carbonifères dans les vallées (voir carte thématique au 1/50 000 *Carte des informations complémentaires et de la caractérisation de la couverture des nappes*). Ceci amène à considérer ces aquifères en continuité hydraulique et en intercommunication avec les ruisseaux.

IV.1.17. Nappe de remblais

Les remblais sont d’origine anthropique. Constitués des stériles provenant des charbonnages (schistes et grès), ils peuvent contenir une nappe d’eau superficielle. Ces nappes ne sont pas exploitables, car très riches en fer et en sulfate provenant de l’oxydation des pyrites.

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.2.1. Généralités

Concernant l'hydrogéologie régionale de la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, plusieurs entités intéressantes (voir Figure IV-3) peuvent se distinguer dans les quatre principales masses d'eau souterraine* (voir Figure IV-2) présentes sur la carte, à savoir :

- la masse d'eau RWM052 des sables bruxelliens des bassins Haine et Sambre (SPW-DGO3, 2010a avec les sables de l'Eocène ;
- la masse d'eau RWM012 des calcaires du bassin de la Meuse bord sud (SPW-DGO3, 2010b) avec :
  - les terrains schisto-gréseux dévoniens appartenant au flanc nord du synclinorium de Dinant (au sud de la faille du Midi) ;
  - les terrains calcaires du Carbonifère de l'Unité parautochtone de Namur (au nord de la faille du Midi) ;
  - une partie des terrains schisteux et houillers du Carbonifère ;
- la masse d'eau RWM015 des schistes houillers ;
- la masse d'eau RWM011 des calcaires du bassin de la Meuse bord nord (SPW-DGO3, 2010c) qui est sous la masse d'eau des schistes houillers (et donc à grande profondeur).

Ces masses d'eau souterraine sont décrites succinctement ci-dessous.

* La notion de masse d'eau souterraine a été définie dans la directive cadre sur l'eau (2000/60/CE). Il s'agit d'une unité élémentaire adaptée à la gestion des eaux à l'intérieur des bassins hydrographiques à larges échelles (districts hydrographiques). Une masse d'eau peut dès lors être définie comme un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères. La délimitation précise des masses d'eau souterraine est toujours susceptible d'évoluer en fonction de l'amélioration de la connaissance de certains aquifères insuffisamment caractérisés jusqu'à présent.

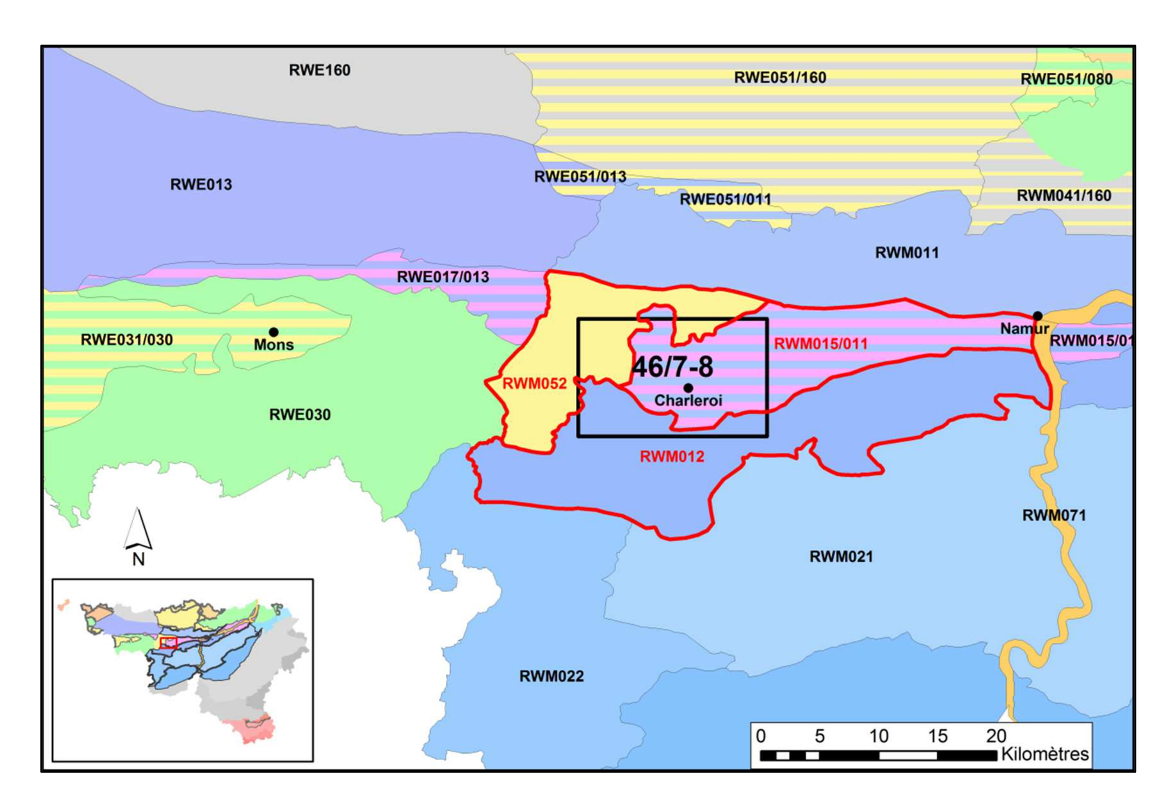


Figure IV-2. Localisation de la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi par rapport aux masses d'eau souterraine RWM012, RWM052, RWM015 et RWM011 (SPW-DGO3, 2013a, modifié)

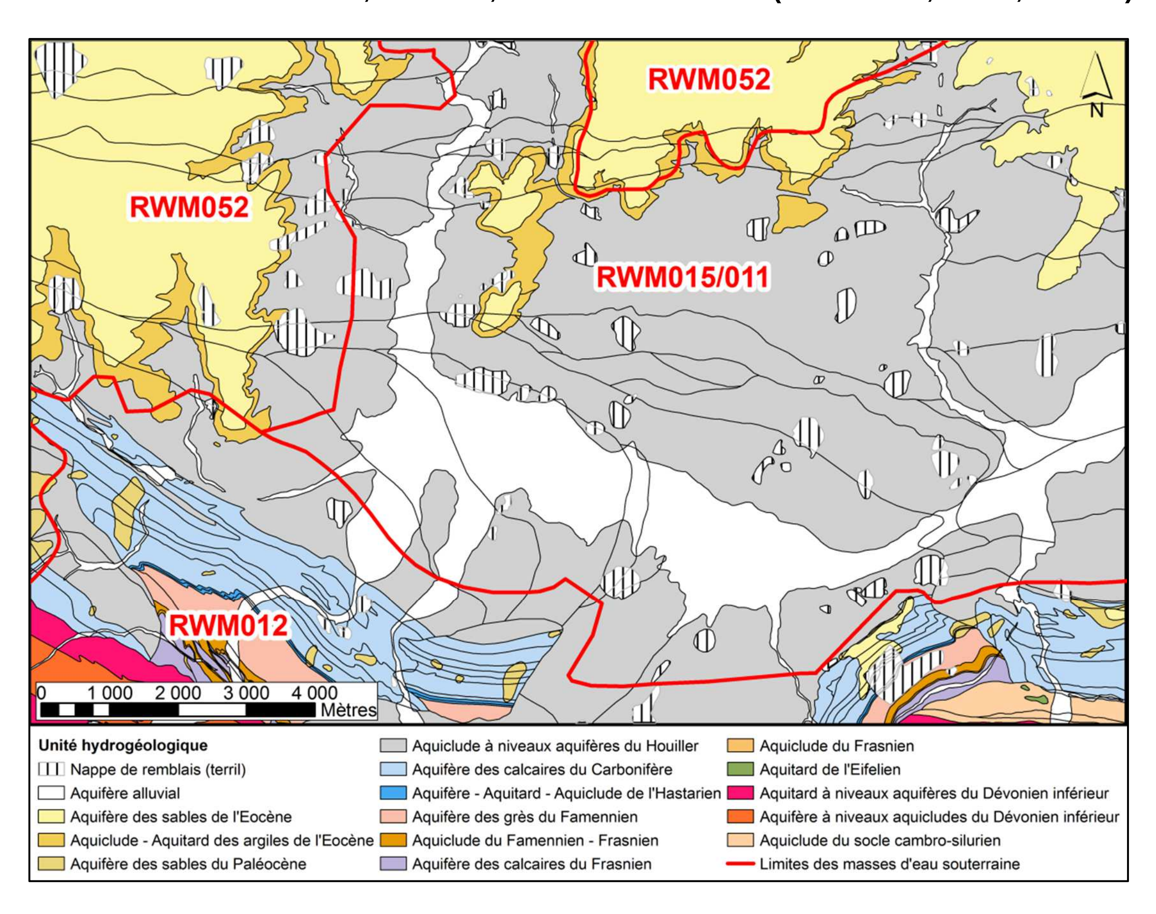


Figure IV-3. Situation des unités hydrogéologiques par rapport aux masses d'eau souterraine RWM012, RWM052, RWM015 et RWM011

IV.2.1.1. La masse d'eau RWM052 des sables bruxelliens des bassins Haine et Sambre

La masse d'eau des sables bruxelliens recoupe le coin nord-ouest de la carte et une autre partie au nord. Dans sa globalité, cette masse d'eau est constituée d'une couverture cénozoïque quasi tabulaire avec une légère pente vers le nord-ouest (SPW-DGO3, 2010a). Cette couverture repose en discordance sur les schistes houillers (dans la partie nord de la carte).

L'aquifère principal de cette masse d'eau est celui des sables de l'Eocène. Cet aquifère est libre sous les limons quaternaires et est séparé hydrauliquement des terrains houillers par la Formation argileuse de Carnières, là où celle-ci est présente.

Constitué de sables fins à graveleux parfois calcareux, avec une composante argileuse, présentant localement des horizons gréseux, sa conductivité hydraulique varie en fonction de sa granulométrie. La réalimentation se fait essentiellement par précipitation, l'infiltration se faisant principalement dans les interfluves, où la pente et donc le ruissellement sont moins importants. Ces interfluves représentent des points d'accumulation avant l'écoulement vers les exutoires naturels. Un total de 23,4 millions de m³ a été prélevé dans l'ensemble de l'aquifère des sables bruxelliens au cours de l'année 2010 (SPW-DGO3, 2013a).

IV.2.1.2. La masse d'eau RWM012 des calcaires du bassin de la Meuse bord sud

Toute la partie sud de la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi est occupée par une partie de la masse d'eau RWM012. Trois types de terrains se rencontrent sur la carte :

- les terrains schisto-gréseux du Dévonien dans le coin sud-ouest de la carte ;
- les calcaires du Carbonifère qui forment une bande concave au sud de la carte ;
- les terrains schisteux du groupe du Houiller, juste au nord de la bande calcaire.

Au niveau hydrodynamique des terrains du Dévonien et du Houiller, les directions d'écoulement des eaux sont influencées par l'hydrographie et par la topographie. Ces terrains ayant une très faible perméabilité, la composante de ruissellement de surface est beaucoup plus importante que les écoulements souterrains (Brouyère *et al.*, 2009a, 2008). Le réseau hydrographique se développe sous forme d'un « chevelu » de petits ruisseaux, mieux visible sur la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes au sud (Delcambre & Pingot, 2000b, Habils *et al.*, 2011). Ces cours d'eau drainent et servent d'exutoire aux eaux ruisselant sur ces terrains moins perméables. Toutefois, des potentialités aquifères locales peuvent se présenter dans certains niveaux gréseux.

Dans les calcaires du Carbonifère, les écoulements souterrains sont beaucoup plus importants. Ils sont orientés nord-ouest – sud-est, en direction de la Sambre qui impose le niveau

hydrographique de base (Brouyère *et al.*, 2009a, 2008). L'aquifère des calcaires du Carbonifère est alimenté par l'infiltration des eaux météoriques dans la zone de recharge directe.

L'extension des calcaires carbonifères est beaucoup plus importante sur la présente carte que sur la planche 52/3-4 Gozée – Nalinnes (Delcambre & Pingot, 2000b) située au sud. En effet, les calcaires carbonifères de cette dernière carte sont localisés et coincés dans des écailles subordonnées à la faille de Midi, tandis que ceux de la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi sont situés en dehors des zones de broyage de la faille. Ces derniers peuvent alors constituer des réserves en eau souterraine exploitable plus importantes.

IV.2.1.3. La masse d'eau RWM015 des schistes houillers

Les nappes des formations schisto-gréseuses du Houiller sont des nappes de fissures, libres. Ces terrains ayant une très faible perméabilité, la composante de ruissellement de surface est beaucoup plus importante que les écoulements souterrains. Le réseau hydrographique se développe sous forme d'un « chevelu » de petits ruisseaux qui se dirigent vers la Sambre. Ces cours d'eau drainent et servent également d'exutoire aux eaux provenant généralement des nappes perchées de l'aquifère des sables de l'Eocène.

IV.2.1.4. La masse d'eau RWM011 des calcaires du bassin de la Meuse bord nord

Cette masse d'eau, constituée principalement par l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère, n'est pas du tout visible sur la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, mais peut s'observer sur la carte au nord (Gouy-lez-Piéton – Gosselies, Delcambre & Pingot, 2012). L'aquifère des calcaires est limité au nord par le massif du Brabant. Au sud, il plonge sous les terrains schisto-gréseux du Houiller (FPMS, 2002 ; SIDEHO, 1982). Pour rencontrer cette masse d'eau sur la carte Fontaine-l'Evêque – Charleroi, il faudrait donc forer à très grande profondeur (plus de 1 000 mètres au minimum), mais à l'heure actuelle, aucun forage n'a atteint cette formation en profondeur.

IV.2.2. Piézométrie de la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi

Le relevé de la piézométrie de la planche Fontaine-l'Evêque – Charleroi consiste en la collecte d'un maximum de données hydrogéologiques. Les cotes piézométriques ponctuelles collectées apparaissent sur la carte principale du poster A0 et concernent différentes unités hydrogéologiques.

IV.2.2.1. Piézométrie de l'aquifère des calcaires du Carbonifère

Les quelques points mesurés n'ont pas permis de tracer une piézométrie générale pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Quelques cotes ponctuelles sont disponibles, principalement près des ouvrages de la SWDE* à Fontaine-l'Evêque et du site de Solvay à Couillet.

Dans la région de Fontaine-l'Evêque, les écoulements se dirigent vers la galerie de captage « Ermitage » de la SWDE. A Couillet, l'écoulement est fortement dévié près de la carrière des Fiestaux, où l'exhaure pratiquée amène le flux vers l'ouest.

Les quelques points mesurés n'ont pas permis de tracer une piézométrie générale pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Quelques cotes ponctuelles sont disponibles au sud de Fontaine l'Evêque (site de captage de la galerie « Ermitage » de la SWDE) et près des carrières des calcaires de la Sambre (sonde piézométrique automatique « Forage FPMS 4 Landelies ») pour la partie ouest de la carte. Du côté est de la carte, une cote est visible près de l'ancienne carrière Sébastopol dans le Ruisseau d'Hanzinne.

IV.2.2.2. Piézométrie de l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

Les cotes piézométriques ponctuelles sont généralement très proches de la surface du sol (moins de 10 mètres), en liaison avec la faible perméabilité. Les cotes piézométriques sont situées entre 80 et 100 mètres dans la vallée de la Sambre. Elles se situent entre 120 et 150 mètres voire 170 mètres d'altitude lorsqu'on s'en éloigne. Les directions d'écoulement des eaux sont donc influencées par l'hydrographie et par la topographie. Des cotes piézométriques ponctuelles, visibles sur la carte principale du poster A0, sont réparties sur la superficie du Houiller de la carte.

IV.2.2.3. Piézométrie de l'aquifère des sables de l'Eocène

Les sables de l'Eocène, dont l'épaisseur ne dépasse pas les 20 mètres, contient généralement une nappe perchée (sur les argiles de l'Yprésien ou sur les schistes houillers). Les

---

* Ces ouvrages appartenaient anciennement à AquaSambre. Ce dernier a été repris par la SWDE en 2007.

cotes piézométriques ponctuelles mesurées sont situées globalement entre 160 et 170 mètres d'altitude.

IV.2.3. Evolutions piézométriques

Quelques historiques piézométriques sont disponibles. Ils concernent l'aquifère des calcaires du Carbonifère et l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.

Dans le cadre de l'étude des bassins de décantation de sa Solvay à Couillet, des études ont été entreprises comportant le forage d'une série de piézomètres et de puits de confinement ainsi que le suivi de ceux-ci (AQUALE - Ecofox, 2012).

IV.2.3.1. Aquifère des calcaires du Carbonifère

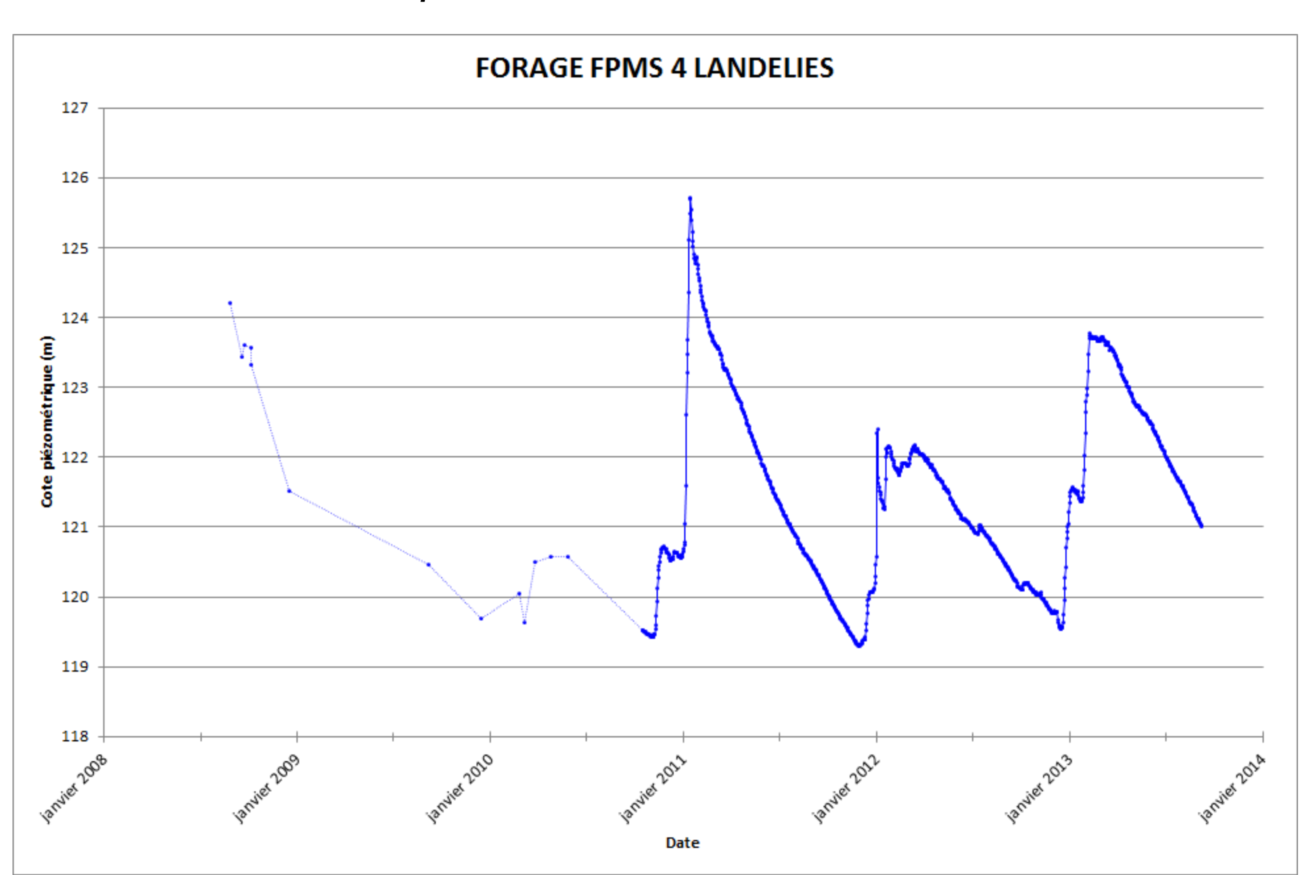


Figure IV-4. Evolution piézométrique dans un piézométrie implanté dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère (SPW-DGO3, 2013b)

Le piézomètre « Forage FPMS 4 Landelies » a été foré dans le cadre du projet Synclin'Eau pour le suivi de différentes masses d'eau souterraine (ici la RWM012, Brouyère *et al.*, 2009b, 2008). Cet ouvrage a d'abord été suivi manuellement, jusque fin 2010. Ensuite, un système de mesure automatique a été installé et assure désormais le suivi piézométrique journalier.

L’ensemble de ces mesures est disponible et accessible via le site internet Piez’Eau* (SPW-DGO3, 2013b).

Le suivi automatisé permet de bien visualiser les cycles annuels : de nettes recharges à chaque période hivernale, allant de 3 à 6 mètres d’amplitude, suivi d’une diminution progressive le reste de l’année.

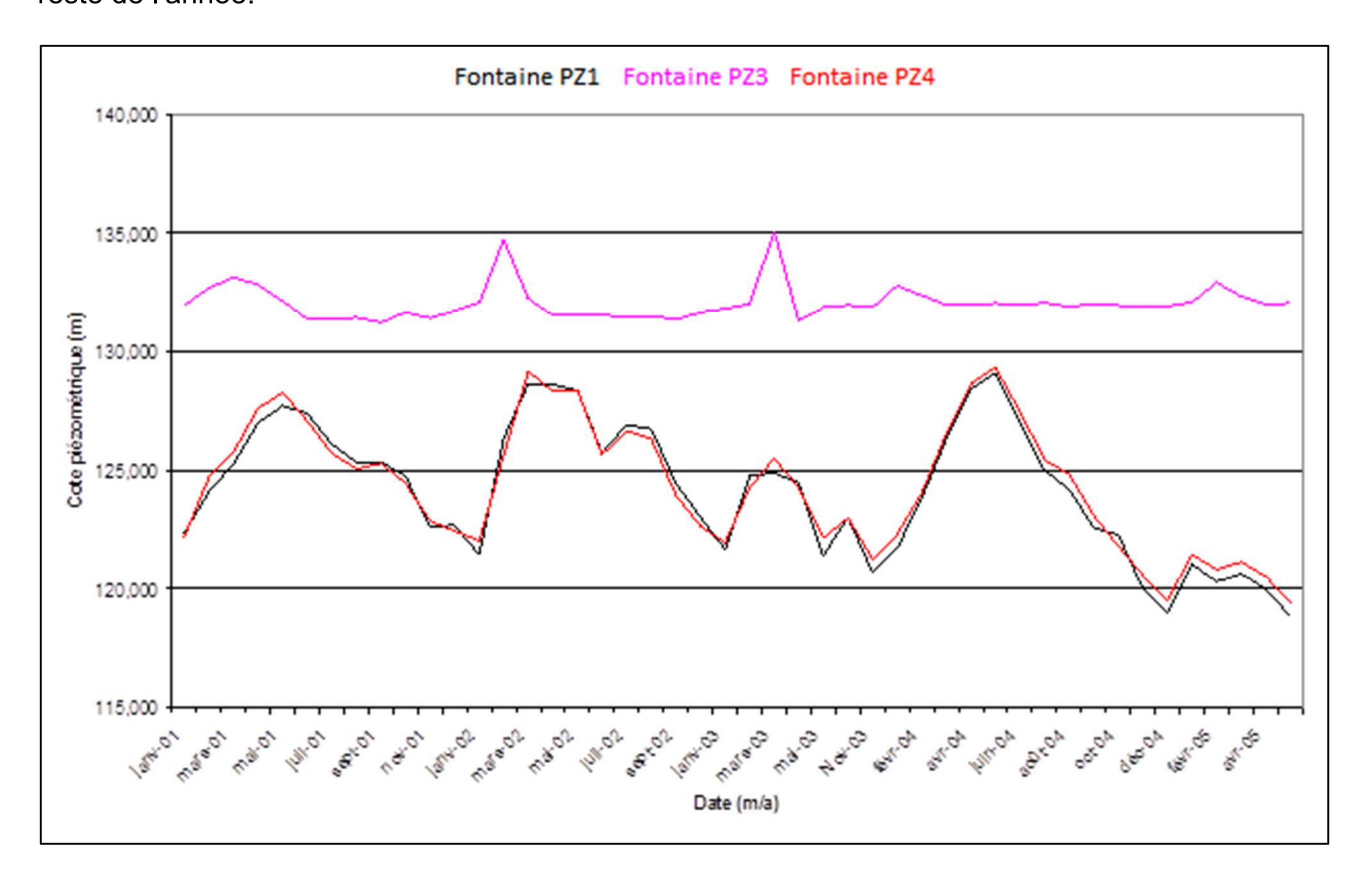


Figure IV-5. Evolution piézométrique dans trois piézomètres de l'aquifère des calcaires du Carbonifère

La Figure IV-5 présente des relevés des niveaux d’eau dans trois piézomètres de la SWDE situés près du captage de la galerie de Ermitage, à Fontaine-l’Evêque : « Fontaine PZ1 », « Fontaine PZ3 » et « Fontaine PZ4 » (ces ouvrages sont localisés sur la carte en Annexe 2).

Le PZ1 et le PZ4 ont été forés juste à coté du pompage tandis que le PZ3 se trouve au nord d’une fine couche de terrains houillers et d’une faille. Le niveau d’eau moyen du piézomètre PZ3 est significativement plus élevé, de plus de cinq mètres. Les fluctuations pluriannuelles sont nettement plus marquées pour les ouvrages situés à proximité du pompage, avec une amplitude maximale de huit mètres.

* Réseau piézométrique de la Direction des Eaux souterraines : http://piezo.environnement.wallonie.be

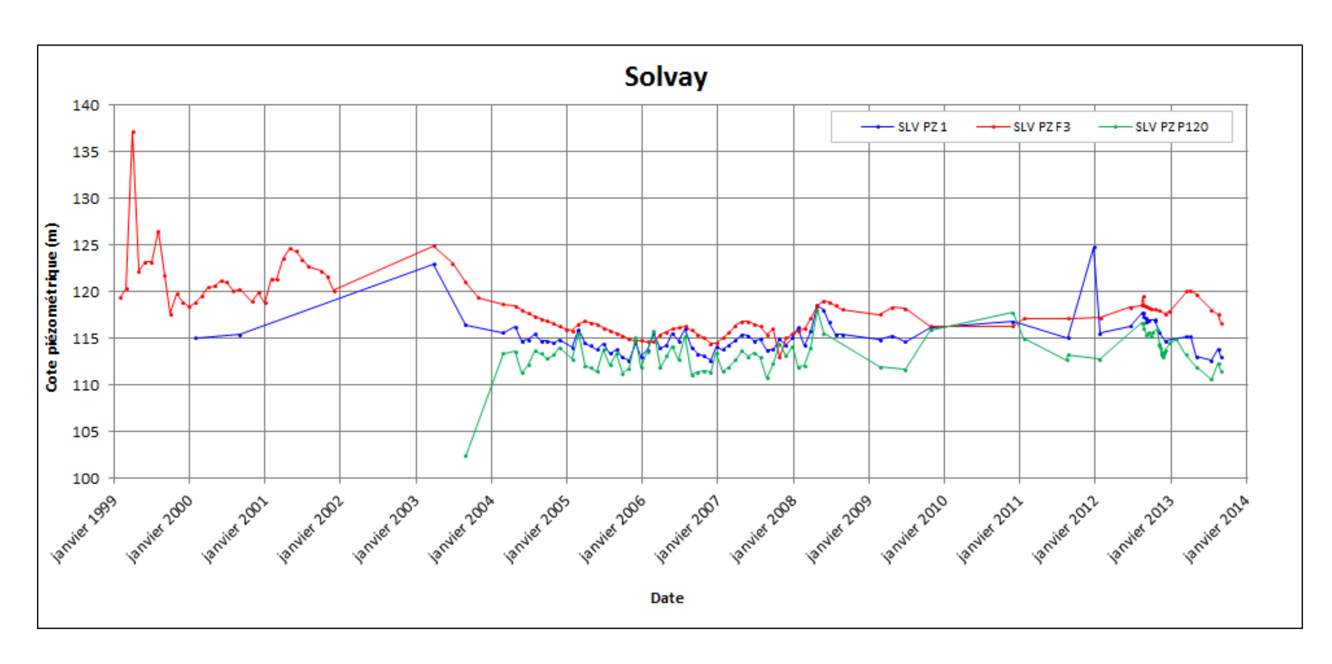


Figure IV-6. Evolution piézométrique de trois piézomètres de Solvay dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère

La Figure IV-6 présente l'historique piézométrique de trois ouvrages situés à proximité des anciens bassins de décantation de Solvay : « Solvay PZ 120 » localisé dans la carrière Solvay, « Solvay PZ1 » au droit des anciens bassins et « Solvay PZ F3 » situé au sud de la Blanche Borne. Ils sont répartis sur la bande calcaire du Massif de Chamborgneau.

Depuis 2004, les niveaux d'eau restent relativement stables, compris entre 110 et 120 mètres d'altitude. Avant 2004, le piézomètre F3 montrait des valeurs piézométriques plus élevées (généralement au-dessus de 118 mètres).

IV.2.3.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

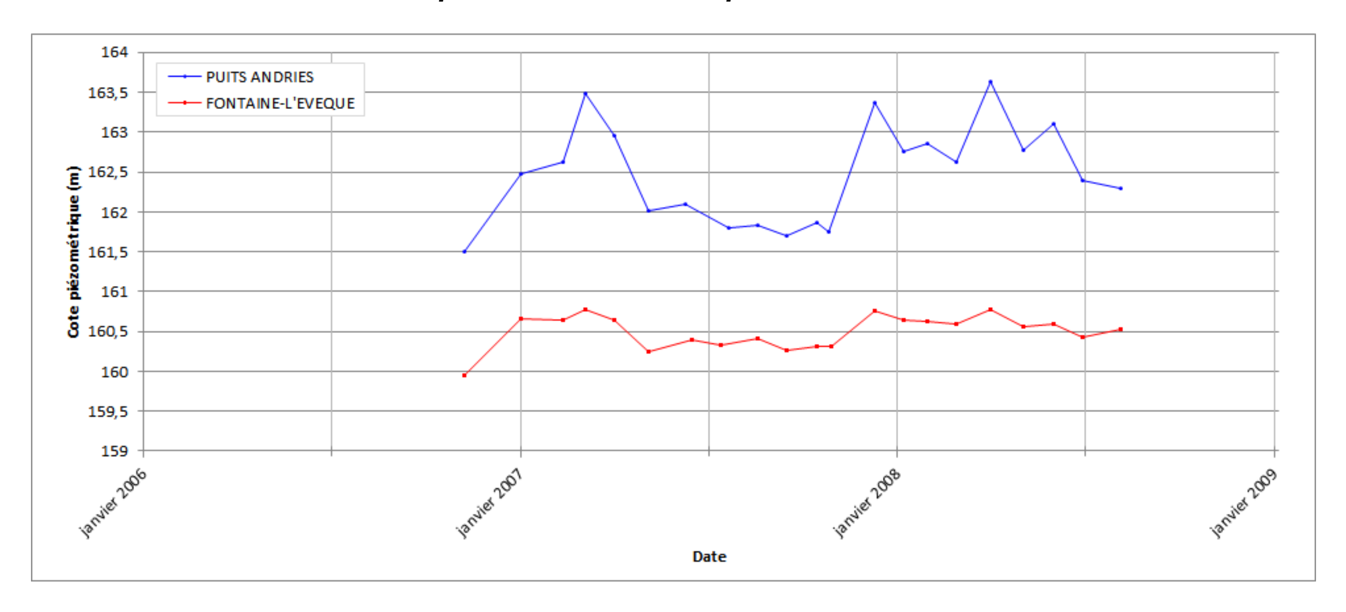


Figure IV-7. Evolution piézométrique de deux ouvrages dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

La Figure IV-7 présente les évolutions des niveaux d'eau dans deux ouvrages implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller : « Puits Andries » situé au nord de Fontaine-l'Evêque et « Fontaine l'Evêque » situé au sud de la même ville (voir carte en Annexe 2, page 71).

Bien que les amplitudes ne soient pas les mêmes (un demi mètre pour « Fontaine l'Evêque » contre 2 mètres pour le « Puits Andries »), les niveaux d'eau suivent les mêmes tendances dans les deux puits et sont l'effet de la réalimentation saisonnière.

IV.3. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

Les calcaires du Carbonifère et du Frasnien des massifs de la Tombe et d'Ormont présentent une grande densité de phénomènes karstiques. Les plus spectaculaires sont ceux qui affectent les barres rocheuses le long de la vallée du ruisseau d'Hanzinnes, au sud du village de Bouffioulx (sud-est de la carte). Les massifs calcaires sont percés d'un chapelet de grottes : Montrou (code de l'Atlas Wallon du Karst 46/8-1), Trou Quinet (46/8-5), Trou du Château (46/8-3)... et de conduits karstiques (De Broyer *et al.*, 1996). Un important réseau de galeries et de salles part de ces orifices. Au droit de ces phénomènes, cinq anciennes carrières sont dénombrées (voir IV.6. Les carrières). La préservation des sables des formations d'Erquelinnes et de Couillet ne serait due qu'à leur piégeage dans de vastes poches de dissolution dans les calcaires viséens.

A l'ouest de la carte, situés à côté de la carrière de Landelies (Calcaires de la Sambre SA) et de la Sambre, de nombreux phénomènes karstiques sont également présents. En plus des nombreuses cavités (grotte de la Carrière (46/7-7), trou des Corneilles (46/7-3), trou Louise (46/7-4) (De Broyer *et al.*, 1996)), un phénomène remarquable peut être observé sur le sommet des roches carbonatées : un relief très découpé, fait d'un ensemble de larges sillons, eux-mêmes composés d'entonnoirs profonds de dix mètres au plus et séparés par des cloisons discontinues. Cette structure porte le nom de lapiaz.

Enfin, pertes et résurgences sont présentes quasiment à toutes les interfaces entre les roches calcaires et le socle schisto-gréseux. On peut citer celles du ruisseau du Pont-à-Nôle (46/7-15 et 16) situées au sud-ouest de Mont-sur-Marchiennes, du ruisseau des Longues Royes (46/8-E5, 7 et 8) dans le coin sud-est de la carte, ou du ruisseau des Wespes (46/7-7 et 8) à Landelies (De Broyer *et al.*, 1996). La résurgence du Fond des Wespes (46/7-8) a été aménagée anciennement par AquaSambre (repris par la SWDE) et est exploitée encore actuellement en tant que source : « Fontaine à Moulin ».

IV.4. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes dans la région de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, des coupes ont été insérées dans le poster A0 joint à cette notice : deux coupes A – A' et B – B' (échelle verticale 1/25 000) et ces deux mêmes coupes avec exagération des hauteurs (échelle verticale 1/5 000). Cette exagération d'un facteur 5 met en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale. Le trait A – A', orienté N-S, se situe du côté est de la carte. Il commence à l'est de Ransart, passe par le Pré des Béguines, Soleilmont, Gilly, Montigny-sur-Sambre, traverse la Sambre et se termine après avoir coupé les anciens bassins de décantation Solvay à Couillet – Loverval. Le trait B – B', orienté nord-est – sud-ouest, se situe dans la partie sud-ouest de la carte. Il commence à Marchienne-au-Pont, passe par Montigny-le-Tilleul et se termine à Landelies. Le trait croise à trois reprises la Sambre qui serpente autour.

Ces coupes sont calées sur les coupes géologiques e – e' et f – f' tracées sur la carte géologique 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi (Delcambre & Pingot, 2000a). Elles ont été simplifiées pour ne montrer que la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques et niveaux de la surface piézométrique) de la zone cartographiée.

Globalement, la coupe A – A' traverse une grande partie les terrains houillers mais aussi les autres terrains du Paléozoïque, jusqu'à l'Ordovicien. La partie sud de la coupe montre plus spécialement les calcaires du Carbonifère et du Dévonien supérieur. La coupe B – B' permet d'observer les terrains anté-silésiens à l'ouest de Charleroi.

Les cotes piézométriques ponctuelles mesurées ont été projetées sur le tracé de la coupe et sont représentées par des triangles inversés colorés suivant la nappe concernée.

IV.5. CARACTÈRE DES TERRAINS DE COUVERTURE DES NAPPES

Sur la « carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes »* au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice, sont indiqués le caractère perméable, peu perméable ou semi perméable de la couverture des nappes. Ces nappes sont celles contenues d'une part dans le socle paléozoïque et d'autre part dans l'aquifère des sables de l'Eocène.

Le socle paléozoïque contient les nappes, pour les plus représentatives :

- de l'aquifère des calcaires du Frasnien ;
- de l'aquifère des calcaires du Carbonifère ;
- de l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.

Le socle apparait à l'affleurement sur une bande située au sud de la carte, dans une zone au sud de Charleroi, passant par Leernes, Montigny-le-Tilleul, Loverval et Bouffioulx. Dans la vallée de la Sambre, le socle est sous couverture perméable des alluvions.

Dans la partie nord de la carte, principalement, le socle se trouve sous couverture cénozoïque. Cette couverture se compose des formations de l'Eocène (de Carnières et de Bruxelles). La Formation de Bruxelles constitue un aquifère perméable important. La Formation de Carnières, argileuse, forme une barrière imperméable entre l'aquifère de l'Eocène et le socle. Cette couverture imperméable est absente juste dans le coin nord-est de la carte, laissant l'aquifère des sables éocène au contact du socle houiller.

---

* La « carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes » présente le caractère de la couverture des principaux aquifères et localise les différents sites au droit desquels des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçage, diagraphies) ainsi que d'autres informations complémentaires, entre autres, les zones de prospection géophysique.

IV.6. LES CARRIÈRES

Il existe actuellement deux carrières en activité sur la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi : la carrière de Landelies et la carrière Dullière (ou carrière de Monceau). Situées toutes deux au nord de Montigny-le-Tilleul, en rive gauche de la Sambre, elles exploitent les calcaires du Viséen.

La carrière de Landelies est exploitée par la société Calcaires de la Sambre sa. Le plancher de la carrière est actuellement à la cote +75 mètres, c'est-à-dire 30 mètres sous le niveau de la Sambre (Dutrieux, 2013). En 2011, l'exhaure (eau souterraine et eau pluviale) de la carrière était de 328 570 m³ maximum avec une évaluation de la part d'eau souterraine de 125 690 m³/an (Dutrieux, 2013).

La carrière Dullière est exploitée par la société Sagrex sa. Le plancher de la carrière se situe à la cote +75 mètres environ, soit 30 m sous le niveau de la Sambre. Elle effectue une exhaure totale de 842 310 m³ en 2011.

Il faut également noter la présence d'anciennes carrières : la carrière des Fiestaux (appelée aussi Carrière de Couillet), la carrière de Mont-sur-Marchienne, ainsi que les carrières Moreau, Lebrun, Quinet, Sébastopol…

La carrière des Fiestaux est située à Loverval. Elle a été exploitée par la société Solvay sa jusqu'en 1993. Elle produisait de la chaux, ensuite des blocs destinés à l'édification des bassins de décantation de l'usine Solvay (situés juste à l'est du site). La carrière est une vaste excavation creusée en fosse dont la partie la plus profonde est occupée par un plan d'eau (SPW-DGO3, 2010d). En 2010, une exhaure y était encore effectuée : moins d'un million de m³/an en moyenne. Il s'agit d'un pompage de confinement afin de maintenir les chlorures (AQUALE - Ecofox, 2012) (voir VI. Exploitation des aquifères).

La carrière de Mont-sur-Marchiennes, située entre Montigny-le-Tilleul et Mont-sur-Marchiennes, était exploitée par Gralex sa jusque 1999. Elle est sous eau à ce jour.

Les anciennes carrières Moreau, Lebrun, Quinet, Sébastopol et Marbrerie des Guyaux sont situées au sud de Bouffioulx, dans la vallée du Ruisseau d'Hanzinnes. Elles ont toutes été abandonnées et certaines d'entre elles ont été reconverties en décharges soit officielles (CET de classe 3 pour la carrière Moreau), soit sauvages (pour Quinet, Lebrun). Cela pose des problèmes écologiques qui ont été largement médiatisés, du fait de la karstification intense dans ces carrières (voir IV.3 Phénomènes karstiques) et de la nature des déchets qui y ont été déversés (Michel, 2006). En 2012, un projet était en cours afin de recréer des espaces naturels et d'agrandir celui de l'ancienne carrière Sébastopol.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation des cartes hydrogéologiques. Ce chapitre reprend les données existantes dans la base de données BD Hydro, alimentée par les résultats d'analyses fournis par le SPW (base de données physico-chimiques des captages d'eau souterraine CALYPSO), les sociétés publiques de distribution d'eau et/ou publiées à l'occasion d'études particulières (protection des captages…). Les points où sont disponibles les analyses chimiques ont été reportés sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes* » du poster A0 accompagnant cette notice. A partir des données disponibles, il a été possible de caractériser du point de vue hydrochimique les principales unités hydrogéologiques de la carte, à savoir les aquifères des calcaires du Carbonifère et du Frasnien, l'aquifère des sables de l'Eocène et l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.

En Région Wallonne, depuis l'entrée en vigueur du Code de l'Eau (le 3 mars 2005), toute la législation relative à l'eau a intégré les anciens textes réglementaires (décrets et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du Gouvernement Wallon du 15 janvier 2004) se retrouve dans les articles R.252 à R.261 de la partie réglementaire du Livre II du Code de l'Environnement. Les annexes décrivant, entre autres, les valeurs fixées pour les paramètres retenus sont reprises sous les numéros XXXI à XXXIV.

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

V.1.1. Diagramme de Piper

La Figure V-1 représente une série d'analyses suffisamment complètes pour être interprétées en diagramme de Piper. Chaque ouvrage est représenté par un point d'une forme et d'une couleur déterminée, la couleur étant fixée par unité hydrogéologique (AF : aquifère, ACF : aquiclude à niveaux aquifères). Les eaux de certains ouvrages ont été analysées plusieurs fois, d'autres moins. Les dates ne sont pas représentées.

On constate que :

- l'ensemble des ouvrages présente une eau de type bicarbonaté calcique sauf pour l'ouvrage « Fontaine l'Evêque » dans le Houiller qui montre une eau plutôt chlorurée calcique ;
- les différentes analyses de l'ouvrage « Fontaine Moulin » dans l'aquifère des calcaires du Frasnien montrent une certaine constance hydrochimique ;

- tandis que les différents ouvrages de l'aquifère des calcaires carbonifères ont des eaux dont les proportions Ca/Mg sont assez variables dans l'espace et dans le temps.

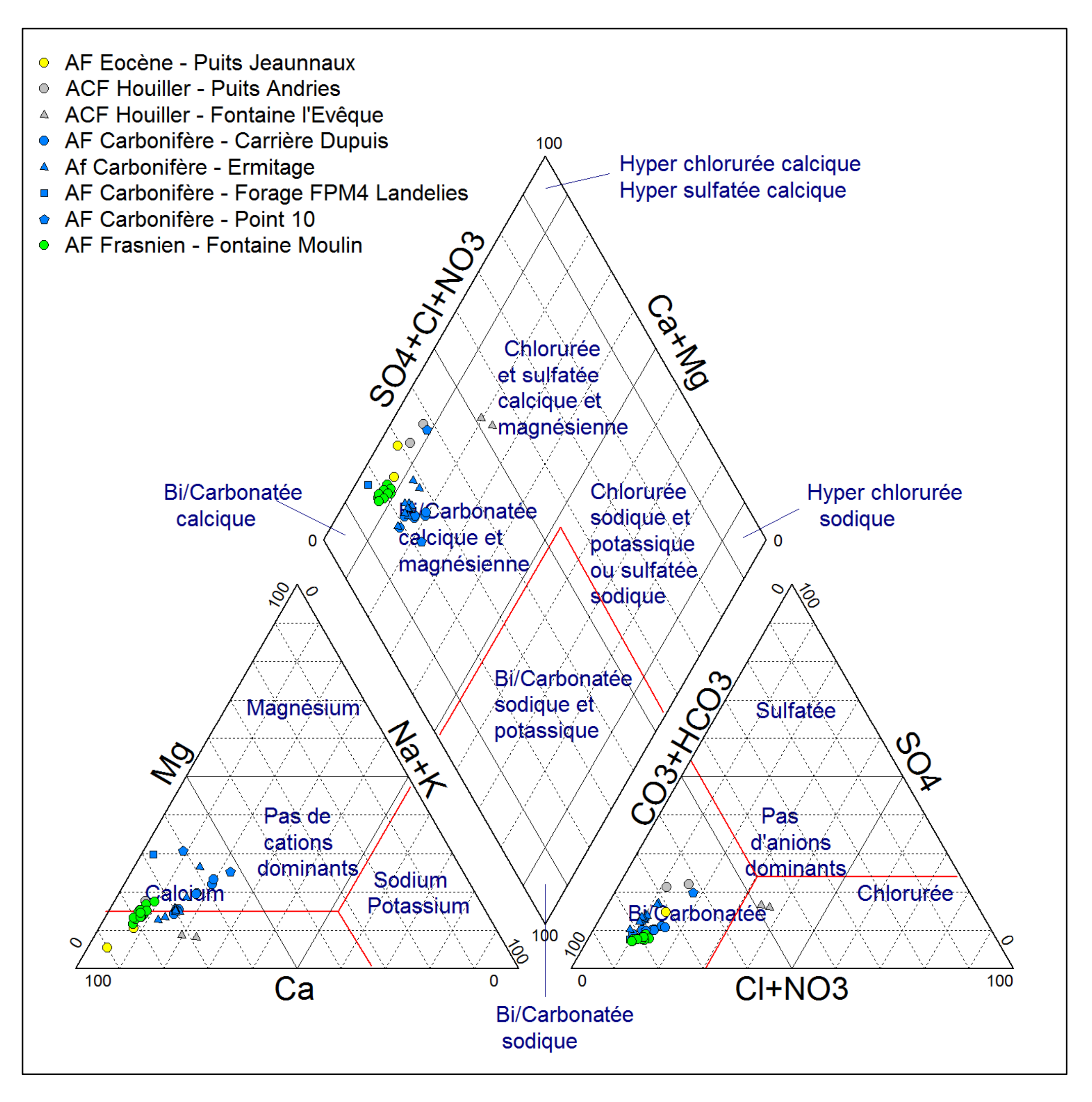


Figure V-1. Diagramme de Piper reprenant les analyses chimiques de différents ouvrages de la carte Fontaine-l'Evêque – Charleroi

V.1.2. Aquifères des calcaires du Carbonifère et du Frasnien

Des données hydrochimiques existent pour ces deux aquifères. Le Tableau V-1 présente pour exemple les analyses chimiques des eaux pour trois prises d'eau souterraine potabilisable de

la SWDE : « Ermitage », « Carrière Dupuis » et « Fontaine Moulin » du piézomètre « Forage FPMS 4 Landelies ». Les analyses reprises dans cette notice datent de 2012 pour les ouvrages de la SWDE et 2008 pour le piézomètre. Lorsque des valeurs sont manquantes, des valeurs antérieures disponibles sont utilisées avec indication de la date. Les niveaux guides RW du Code de l'Eau des eaux de distribution* sont également donnés dans les différents tableaux présentés.

Tableau V-1. Analyse chimique de trois ouvrages de la SWDE et d'un piézomètre exploitant les aquifères des calcaires du Carbonifère et du Frasnien et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Ouvrage / *Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW*			*Ermitage (SWDE) 09/05/2012*	*Carrière Dupuis (SWDE) 10/05/2012*	*Fontaine Moulin (SWDE) 19/11/2012*	*Forage FPMS4 Landelies 18/09/2008*
			Carbonifère	Carbonifère	Frasnien	Carbonifère
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,1	7,24	7,24	-
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	895	716	604	-
Turbidité	NTU	4	0,6	0,6	1,8	**293**
Dureté totale	° français	67,5	46,2	36,4	32,3	64,9
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O_2		-	(3,9 le 6/12/07)	-	-
Alcalinité totale (TAC)	°français		(36,4 le 28/10/08)	(25,8 le 6/12/07)	(26,1 le 16/12/08)	31,2
Aluminium	µg/l Al	200	LQ	9	35	284
Calcium	mg/l Ca	270	153	108,8	110,6	181
Magnésium	mg/l Mg	50	19,7	22,5	11,4	48
Ammonium	mg/l NH_4	0,5	LQ	LQ	LQ	LQ
Manganèse	µg/l Mn	50	0,2	0,1	3,3	**139**
Sodium	mg/l Na	200	32,6	34,2	10,7	9,4
Potassium	mg/l K		6,7	4,4	2,4	< 1
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l Fe	200	21	10	42	**539**
Sulfates	mg/l SO_4	250	108	62,8	46,3	54
Chlorures	mg/l Cl	250	54,8	58,7	31,1	23
Nitrates	mg/l NO_3	50(1)	22,3	21,6	34,9	**51**
Nitrites	mg/l NO_2	0,5	LQ	LQ	LQ	LQ
Silice	mg/l SiO_2		(6,7 le 28/10/08)	(4 le 6/12/07)	(5 le 6/12/08)	6,8
Oxydabilité ($KMnO_4$)	mg/l O_2	5	-	-	-	2
Sauf (1) : Norme de qualité européenne						

Les eaux de l'aquifère des calcaires du Carbonifère et de l'aquifère des calcaires du Frasnien sont du type bicarbonaté calcique (voir Figure V-1). Elles présentent une minéralisation importante (conductivité comprise entre 600 et 900 µS/cm). Le pH est neutre, mais peut être légèrement alcalin, ce qui est normal pour des aquifères calcaires. Elle est dure à très dure bien

* En Région Wallonne, depuis l'entrée en vigueur du Code de l'Eau (3 mars 2005), toute la législation relative à l'eau a intégré les anciens textes réglementaires (décrets et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du Gouvernement Wallon du 15 janvier 2004) se retrouve dans les articles R.252 à R.261 de la partie réglementaire du Livre II du Code de l'Environnement. Les annexes décrivant, entre autres, les valeurs fixées pour les paramètres retenus sont reprises sous les numéros XXXI à XXXIV.

que la dureté puisse varier selon les endroits. La valeur de ce paramètre est liée à la concentration en calcium.

Des teneurs élevées en chlorures ont été mesurées sur le site des anciens bassins de décantation de l'usine Solvay de Couillet. Un important projet de décontamination et de réhabilitation du site est en cours et a pour but de résorber cette pollution. Une exhaure de confinement fluctue entre 1 000 000 et 1 500 000 m³/an avec une concentration moyenne en chlorures variant entre 6 et 7 g/l.

V.1.3. Aquifère des sables de l'Eocène

Une analyse hydrochimique complète est reprise pour l'aquifère des sables de l'Eocène. L'analyse de l'eau de l'ouvrage « Puits Jeaunnaux » de cinq mètres de profondeur réalisée en 2009 a été reprise pour exemple dans le Tableau V-2.

Tableau V-2. Analyse chimique d'un puits domestique exploitant l'aquifère des sables de l'Eocène et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Ouvrage / *Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW*			*Puits Jeaunnaux 23/03/2009*	*Puits Jeaunnaux 20/09/2011*
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,48	6,99
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	655	709
Turbidité	NTU	4	< 1	< 1
Dureté totale	° français	67,5	36,4	-
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O_2		8,14	7,38
Alcalinité totale (TAC)	°français		22,4	-
Aluminium	µg/l Al	200	< 30	-
Calcium	mg/l Ca	270	129	-
Magnésium	mg/l Mg	50	10	-
Ammonium	mg/l NH_4	0,5	LQ	LQ
Manganèse	µg/l Mn	50	< 5	-
Sodium	mg/l Na	200	13	-
Potassium	mg/l K		1,99	0,7
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	6,6	-
Sulfates	mg/l SO_4	250	58	-
Chlorures	mg/l Cl	250	37	-
Nitrates	mg/l NO_3	50(1)	37	41
Nitrites	mg/l NO_2	0,5	LQ	LQ
Silice	mg/l SiO_2		21	-
Oxydabilité ($KMnO_4$)	mg/l O_2	5	1,3	1,2
Sauf (1) : Norme de qualité européenne				

L'eau est de type bicarbonaté calcique (voir Figure V-1) et est de dureté élevée. La minéralisation est importante avec une conductivité de 655 µS/cm et la teneur en calcium est

élevée (129 mg/l). La teneur en magnésium est toutefois plus faible, ce qui la différencie de l'eau de l'aquifère des calcaires du Carbonifère qui possède une concentration en magnésium plus élevée. La concentration en silice est plus élevée dans les sables éocènes que dans les calcaires.

V.1.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

Trois analyses hydrochimiques sont reprises pour l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller (voir Tableau V-3). Elles concernent les eaux du puits « Fontaine l'Evêque » de 7,1 mètres de profondeur (analyse de 2007), du « Puits Andries » de 7 mètres de profondeur (analyse de 2007) et du puits « Rue de Preys 184 » de 5 mètres de profondeur (analyse de 2011).

Tableau V-3. Analyse chimique de trois puits exploitant l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW / *Ouvrage*			*Fontaine l'Evêque 31/10/2007*	*Puits Andries 29/10/2007*	*Rue des Preys 184 19/04/2011*
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,96	8,04	7,29
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	870	986	687
Turbidité	NTU	4	-	-	0,3
Dureté totale	° français	67,5	35,6	57,4	30
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O_2		-	-	-
Alcalinité totale (TAC)	°français		20,9	39,2	-
Aluminium	µg/l Al	200	-	-	< 3
Calcium	mg/l Ca	270	127	187	96,2
Magnésium	mg/l Mg	50	9,26	26,2	14,6
Ammonium	mg/l NH_4	0,5	LQ	LQ	< 0,02
Manganèse	µg/l Mn	50	**87**	22	2,3
Sodium	mg/l Na	200	37,8	15,9	46,3
Potassium	mg/l K		19,7	6,62	-
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	39	82	< 12
Sulfates	mg/l SO_4	250	68,1	117	-
Chlorures	mg/l Cl	250	37,5	26,6	-
Nitrates	mg/l NO_3	50(1)	**139**	33,9	28,8
Nitrites	mg/l NO_2	0,5	LQ	**2,34**	0,09
Silice	mg/l SiO_2		21,1	21,1	-
Oxydabilité ($KMnO_4$)	mg/l O_2	5	-	-	-
Sauf (1) : Norme de qualité européenne					

Le chimisme des eaux de l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller est assez variable. Dans la Figure V-1, l'eau du « Fontaine l'Evêque » est de type chlorurée calcique, tandis que l'eau de « Puits Andries » est plutôt bicarbonatée calcique. L'eau a un pH basique. La minéralisation est très importante, supérieure à 666 µS/cm à 20°C. L'eau est dure à très dure. Les concentrations en calcium et en magnésium sont faibles à moyennes.

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates font, depuis plusieurs années, l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme européenne est de 50 mg de nitrates (NO_3) par litre d'eau au maximum. Pour protéger les eaux de surface et souterraines de la pollution par les nitrates, six « zones vulnérables » ont été désignées par arrêtés ministériels (voir Figure V-2). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA)*. Un réseau de surveillance mis en place par le SPW permet de suivre les teneurs en nitrates et d'évaluer de manière cohérente et complète l'état des ressources en eau souterraines (SPW-DGO3, 2013a).

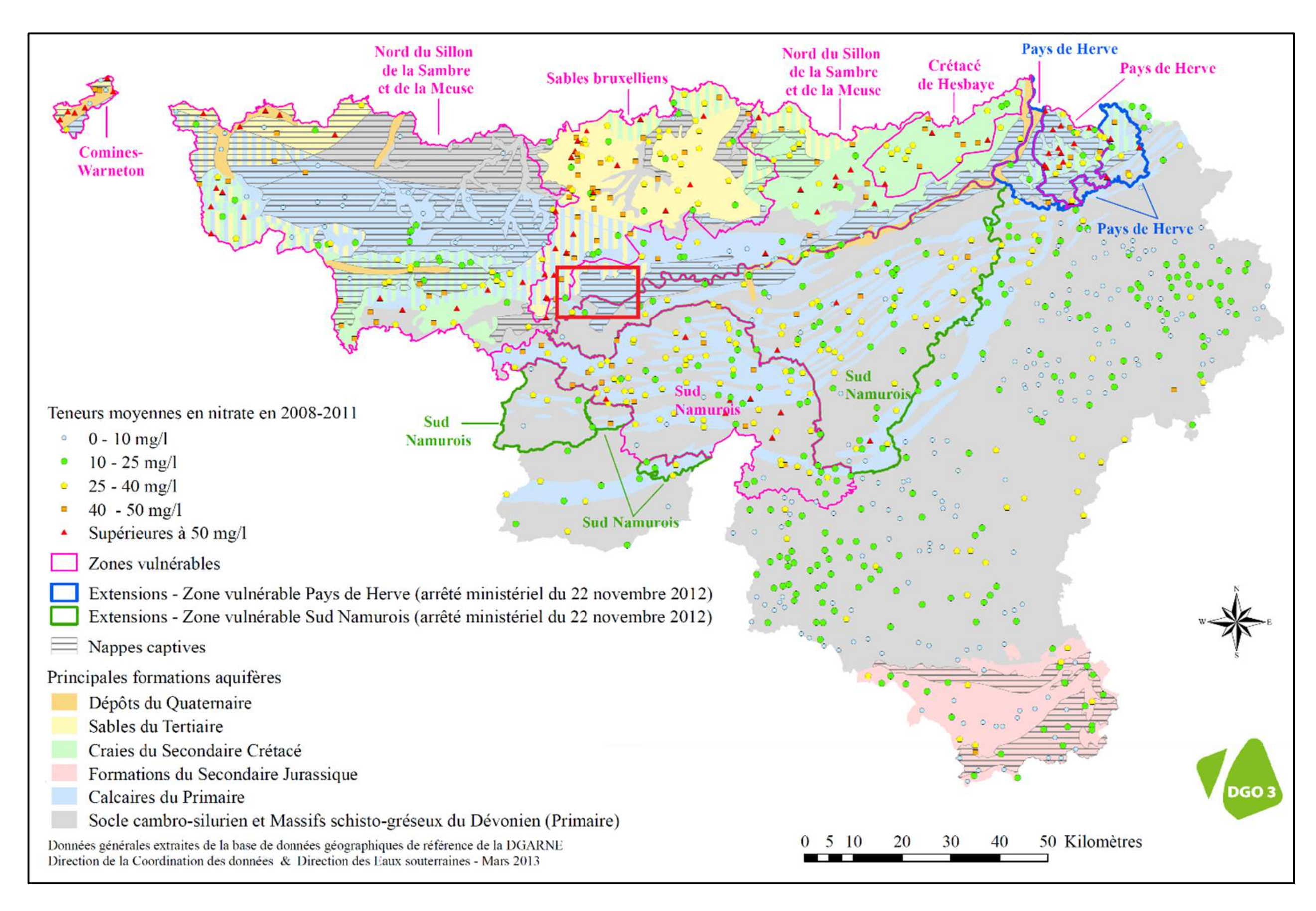


Figure V-2. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO3, 2013a, modifié) et localisation de la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi

Dans le Tableau V-1 et le Tableau V-2, les teneurs en nitrates dans les aquifères calcaires (Carbonifère et Frasnien) et l'aquifère des sables de l'Eocène sont acceptables mais restent

* Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R188 à R232.
http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm
Le site www.nitrawal.be peut également être consulté.

néanmoins élevées (entre 23 et 42 mg/l). Dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller (voir Tableau V-3), les concentrations peuvent dépasser fortement la norme de qualité européenne. Pour ces raisons, la majeure partie nord de la carte est répertoriée dans les zones vulnérables « Nord Sillon Sambre Meuse » et « Sables Bruxelliens ».

La Figure V-3 ci-dessous présente les évolutions des concentrations en nitrates (données SPW-DGO3-CALYPSO) au droit des trois ouvrages implantés dans les aquifères des calcaires du Carbonifère et du Frasnien. La norme de qualité (50 mg/l) est représentée par un trait discontinu rouge.

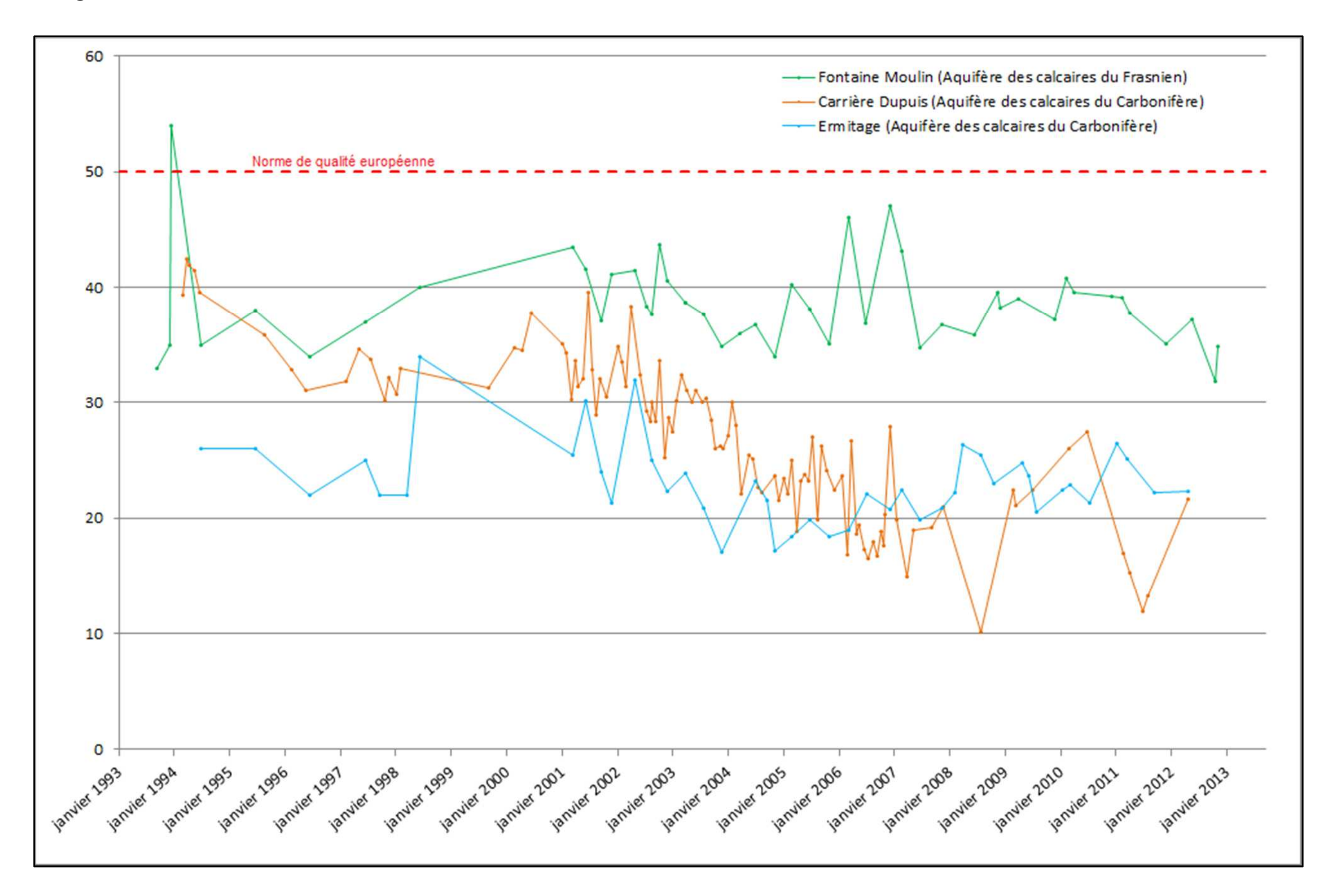


Figure V-3. Evolution de la concentration en nitrates dans les ouvrages implantés dans les aquifères des calcaires du Carbonifère et du Frasnien

Le captage « Fontaine Moulin » de la SWDE, implanté dans l'aquifère des calcaires du Frasnien présente systématiquement les valeurs les plus élevées en nitrates. Elles oscillent, de 1993 à 2012, aux alentours de 40 mg/l, valeurs en-dessous de la norme de qualité fixée à 50 mg/l.

Les deux captages implantés dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère « Carrière Dupuis » et « Ermitage » montre, de 1993 à 2001 des valeurs comprises entre 30 et 40 mg/l et entre 20 et 30 mg/l respectivement. De 2001 à 2008, les concentrations en nitrates ont diminué progressivement pour se stabiliser autour de 20 mg/l jusqu'en 2012-2013.

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Seuls deux ouvrages sont analysés : « Ermitage » dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère et la source « Fontaine Moulin » dans l'aquifère des calcaires du Frasnien.

La qualité bactériologique des eaux prélevées dans les calcaires carbonifères est généralement bonne. Par contre, la présence de germes et de coliformes a été détectée dans la source. La présence de germes non pathogènes nécessite généralement partout un traitement par chloration.

V.4. AUTRES PARAMÈTRES

Les pesticides sont régulièrement contrôlés au niveau des captages de distribution publique et des exploitations agricoles. Plusieurs directives européennes ont été mises en place pour protéger le consommateur. Les directives 91/414/CEE et 98/8/CEE, relatives à la mise sur le marché, respectivement, des pesticides à usage agricole et des biocides, ont été transposées en droit belge par les arrêtés royaux des 28 février 1994 et 22 mai 2003. D'autres substances sont également contrôlées, tels des hydrocarbures, les métaux lourds...

Pour tous les ouvrages sur lesquels ont été effectuées des analyses chimiques, et bien que certaines substances ne soient plus autorisées, des valeurs non nulles en ces pesticides ont été constatées : l'atrazine (et ses métabolites, notamment le déséthyl atrazine) dans tous les cas ; bentazone, Diuron …

VI.EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sur la carte thématique de Fontaine-l'Evêque – Charleroi « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en août 2012, sans distinction de nature, ont été reportés (puits, piézomètres, puits sur galerie par gravité, sources, …). Un symbolisme différent est attribué selon la nappe dans laquelle est établi l'ouvrage. Sa couleur correspond à celle de l'aquifère atteint.

Pour les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu, des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau) ou vertes (pour les industriels ou particuliers) de diamètre proportionnel au débit prélevé ont été utilisées comme indicateur. Les données représentées par des pastilles pleines datent de l'année 2010.

Les données sont extraites de la base de données du Service Public de Wallonie (BD Hydro). L'encodage des volumes d'eau prélevés n'est cependant pas complet. Ceci concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (inférieur à 3 000 m³/an). En effet, les puits des particuliers ou des agriculteurs ne sont pas encore tous pourvus d'un compteur.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc, peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, et l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée, peuvent perturber les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la « Carte des volumes prélevés » correspond à la moyenne des cinq dernières années (2006-2010) (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ces volumes moyens prélevés sont symbolisés par des cercles de couleur bleue (diamètre proportionnel au débit prélevé). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes. Elles reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient restées sans prélèvement pendant plusieurs années.

Sur la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, le principal aquifère exploité sur la carte est celui des calcaires du Carbonifère. Très loin après, vient celui des calcaires du Frasnien. L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller est également exploité mais dans une moindre mesure. L'exploitation de cette unité est principalement due à son extension sur la carte. Il en est de même pour l'aquifère alluvial qui représente aussi une part non négligeable des volumes. Cela s'explique par la présence de zonings industriels le long de la Sambre. Enfin, l'aquifère des sables de l'Eocène n'est exploité que par des particuliers ou de petites entreprises pour un volume total assez faible.

VI.1. L'AQUIFÈRE DES CALCAIRES DU CARBONIFÈRE

Selon la base de données du SPW, en 2010, le volume prélevé dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère s'élève à un peu plus de 2 500 000 m³. Cela représente un peu moins de 90% du volume total prélevé sur la carte. Les principaux exploitants de cet aquifère sont (pour la période de 2006 à 2010) :

- Solvay SA dans l'ancienne carrière Les Fiestaux à Loverval avec une moyenne de 960 000 m³/an d'exhaure de confinement des chlorures ;
- la carrière Dullière SA près de Landelies avec une exhaure de 820 485 m³ en 2010 et 842 310 m³ en 2011 ;
- la SWDE près de Fontaine-l'Evêque avec un volume moyen de 445 000 m³/an, par l'intermédiaire de la galerie « Ermitage » aboutissant à un puits de pompage ;
- la SWDE à Montigny-le-Tilleul (à proximité de l'ancienne carrière Dupuis) avec un volume moyen d'environ 490 000 m³/an ;
- la société Calcaires de la Sambre SA exhaure entre 250 000 et 400 000 m³/an dont 72 500m³/an représentant la part d'eau souterraine, au sein de la carrière de Landelies.

VI.2. L'AQUIFÈRE DES CALCAIRES DU FRASNIEN

La SWDE est le seul exploitant de l'aquifère des calcaires du Frasnien, par le biais d'une seule source au nord de Landelies « Fontaine Moulin ». Celle-ci fournit un volume moyen de 225 000 m³/an entre 2006 et 2010.

VI.3. L'AQUICLUDE À NIVEAUX AQUIFÈRES DU HOUILLER

Entre 2006 et 2010, l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller a fourni un volume moyen d'un peu moins de 70 000 m³/an (représentant 2,2 % du volume total prélevé sur la carte). En 2010, la quantité d'eau prélevée excédait à peine les 12 000 m³ (soit 0,4 % du volume total prélevé sur la carte).

Les exploitants de cette unité sont (pour la période de 2006 à 2010) :

- la Brasserie de l'Union SA (qui a fermé en 2007) avec un volume moyen de 54 610 m³/an ;
- les Ets. Beton Liesse SA avec un volume moyen de 7 000 m³/an ;
- Alcatel Etca SA avec un volume moyen de 3 000 m³/an ;

- les particuliers et petites entreprises avec un volume moyen total de 5 000 m³/an.

VI.4. L'AQUIFÈRE ALLUVIAL

Sur la période de 2006 à 2010, Cockerill Sambre SA exploitait par l'intermédiaire de puits l'aquifère contenu dans la plaine alluviale de la Sambre, à Châtelet ('Carlam Puits 6' et 'Carlam Puits 7'). Les volumes moyens prélevés par les 'puits 6' et 'puits 7' sont respectivement de 32 000 et 56 000 m³/an. Les volumes de ces deux ouvrages ne sont disponibles que jusqu'en 2008.

VII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

VII.1. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT

Les essais de pompage sont des tests fréquemment réalisés sur les forages et puits de captage dans divers types d'études (zones de prévention, études de risques ou d'incidence, nouveaux captages,…). Ils visent à quantifier les paramètres qui régissent la circulation des eaux souterraines dans le sous-sol. Pour les principaux, il s'agit de la conductivité, de la transmissivité et du coefficient d'emmagasinement.

La conductivité hydraulique *K*, exprimée en [m/s] : est la propriété d'un corps, d'un milieu solide – notamment un sol, une roche – à se laisser traverser par un fluide, notamment l'eau, sous l'effet d'un gradient de potentiel.

La transmissivité *T*, exprimée en [m²/s] : est la propriété d'un aquifère à être traversé par l'eau sur toute sa hauteur. Elle exprime le débit d'eau qui s'écoule, par unité de largeur *L* et sur toute l'épaisseur *e* d'un aquifère, sous l'effet d'une unité de gradient hydraulique *i*. Par simplification, la transmissivité est souvent exprimée comme étant égale au produit de la conductivité hydraulique *K* par l'épaisseur *e* de l'aquifère (Castany, 1998).

Le coefficient d'emmagasinement *S* [sans dimension] exprime le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante (Castany, 1998). Dans le cas d'une nappe libre, sa valeur se rapproche de celle de la porosité efficace (voir VII.2. Paramètres de transport).

Il existe quelques ouvrages sur la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, pour lesquels sont disponibles des données hydrogéologiques précises concernant les paramètres d'écoulement. Ceux-ci sont localisés par un carré centré transparent sur la carte des informations complémentaires et du caractère des nappes du poster A0 joint à cette notice

VII.1.1. Site de la galerie « Ermitage » à Fontaine l'Evêque

Des essais de pompage de courte durée ont été effectué sur le piézomètre « Fontaine PZ1 » (sous régime stabilisé au niveau de la galerie « Ermitage ») en novembre 2000 (Tractebel Development Engineering sa, 2003). Pour rappel, ce site est localisé sur la bande des calcaires du Carbonifère dans la région de Fontaine-l'Evêque, à l'extrémité ouest de la planche. Les données pour les paramètres d'écoulement sont les suivantes :

- La conductivité hydraulique moyenne (courbe d'essai en descente) : 3,4 . 10^{-5} m/s ;
- la conductivité hydraulique moyenne (courbe d'essai en remontée) : 1,6 . 10^{-4} m/s.

- la conductivité hydraulique déduite de l'essai de traçage : de 1,63 . 10^{-4} à 2,3 . 10^{-4} m/s.

Les ordres de grandeur des perméabilités déterminées par les différents essais sont les mêmes, et on peut estimer la valeur de la perméabilité localement représentative de l'ordre de 1,6.10^{-4} m/s. Cette estimation est assez réaliste en raison de la nature très fracturée des calcaires.

Note sur le Houiller : La perméabilité du Houiller varie en fonction de l'état de fissuration du massif et de l'existence possible d'exploitations minières. Elle oscillait généralement dans la gamme de 4 . 10^{-8} m/s pour les schistes peu fracturés ou argilisés, à 2 . 10^{-6} m/s pour les schistes très fracturés, disloqués ou franchement gréseux (Tractebel Development Engineering sa, 2003).

VII.1.2. Site de l'ancienne carrière les Fiestaux et anciens bassins de décantation de Solvay à Couillet

Des essais ont été menés en 2004 dans les calcaires carbonifères, près de l'ancienne carrière des Fiestaux et des anciens bassins de décantation du site de Couillet (est de la carte) pour le compte de la société Solvay (AQUALE - Ecofox, 2004). Les résultats obtenus fournissent ces valeurs :

- conductivité hydraulique (courbe d'essai en descente) : de 3,3 . 10^{-7} à 4,1 . 10^{-6} m/s ;
- conductivité hydraulique (courbe d'essai en remontée) : de 2,93 . 10^{-7} à 7,9 . 10^{-7} m/s.

Ces valeurs correspondent à celle d'un calcaire fracturé.

En 2011, des études complémentaires ont été poursuivies dans le même cadre (AQUALE - Ecofox, 2012), avec la réalisation de mesures et d'essais dans les calcaires carbonifères suivant leur extension vers l'est (et donc également sur la carte voisine 47/5-6 Tamines – Fosse-la-Ville). Les essais de pompage réalisés sur les piézomètres établis dans les calcaires carbonifères ont donné une conductivité hydraulique comprise entre 2,0 et 2,8 . 10^{-4} m/s.

VII.1.3. Carrière Dupuis à Mont sur Marchienne

Des essais de pompage ont été réalisés sur trois piézomètres « Pz2 », « Pz4 » et »Pz5 » situés à Mont-sur-Marchienne à proximité de la carrière Dupuis (SWDE, 1995).

Les valeurs de transmissivités obtenues lors de ces essais sont :

- en descente : 2,4 . 10^{-5} à 6,92 . 10^{-3} m²/s ;
- en remontée : 2,28 . 10^{-4} à 5,49 . 10^{-4} m²/s.

Le Pz2 a également fait l'objet de diagraphies (diamètre, rayonnement, densité, micromoulinet et vitesse sismique) (SWDE, 1995).

VII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT

Les paramètres de transport renseignent notamment sur la vitesse à laquelle une substance (polluant ou traceur) se déplace dans le sous-sol à la faveur des circulations d'eau souterraine. Ces paramètres sont généralement déterminés à partir des essais de traçage qui consistent à injecter un traceur dans la nappe via un piézomètre ou une perte et à observer sa restitution en un autre point de la nappe (résurgences, sources ou captages). Les essais de traçage estiment les temps de transport d'une substance miscible dans la nappe dans les conditions expérimentales. Ils permettent de calculer les paramètres de transport (porosité, dispersivités,…).

La porosité cinématique [sans dimension] : équivaut au rapport du volume des vides réellement parcouru par l'eau eau mobile au volume total du milieu (saturé ou non). Ce concept est proche de la porosité efficace (Castany, 1998).

La porosité efficace n_e [sans dimension] est le rapport du volume d'eau gravitaire (c'est-à-dire qui peut être libérée sous l'effet d'un égouttage complet) V_e que le réservoir peut contenir à l'état saturé au volume total V_t (Castany, 1998).

Les dispersivités longitudinale et transversale, exprimé en [m], sont des valeurs qui caractérisent la dispersion de substances contenues dans l'eau circulant dans les pores et les fissures.

Il existe quelques ouvrages sur la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, pour lesquels sont disponibles des données hydrogéologiques précises concernant les paramètres de transport. Ceux-ci sont figurés par un carré magenta sur la carte des informations complémentaires et du caractère des nappes du poster A0 joint à cette notice.

VII.2.1. Site de la galerie « Ermitage » à Fontaine l'Evêque

Deux essais de traçages ont également été menés sur les ouvrages de la SWDE à Fontaine-l'Evêque (Tractebel Development Engineering sa, 2003). Le premier, avec injection des traceurs dans les quatre piézomètres et restitution au niveau de la galerie captante « Ermitage », a permis de montrer l'inexistence d'une connexion directe et rapide entre l'aquifère calcaire situé au nord de la faille et celui situé au sud, la petite barre houillère jouant, dans une certaine mesure, le rôle de barrière hydrogéologique (voir Figure VII-1).

Le deuxième essai a consisté en l'injection de traceurs dans les piézomètres F2 et F4, et récupération dans le piézomètre F1. Cette campagne a permis de déterminer les paramètres de transport pour les calcaires. On obtient :

- porosité cinématique moyenne : 2,1% ;
- dispersivité longitudinale moyenne (axe F2-F1) : 5,6 m ;
- dispersivité longitudinale moyenne (axe F4-F1) : 20 m ;
- dispersivité transversale moyenne (axe F2-F1) : 0,75 m ;
- dispersivité transversale moyenne (axe F4-F1) : 0,16 m.

Il faut toutefois noter que la valeur de la porosité moyenne varie selon l'axe F2-F1 (direction des bancs) et l'axe F4-F1 (perpendiculaire à la direction des bancs), ce qui témoigne d'un certain degré d'anisotropie locale. La valeur moyenne, inférieure aux valeurs rencontrées dans les terrains karstifiés (de 10 à 50%) montre que l'état de karstification est modéré, en tout cas localement pour cette zone.

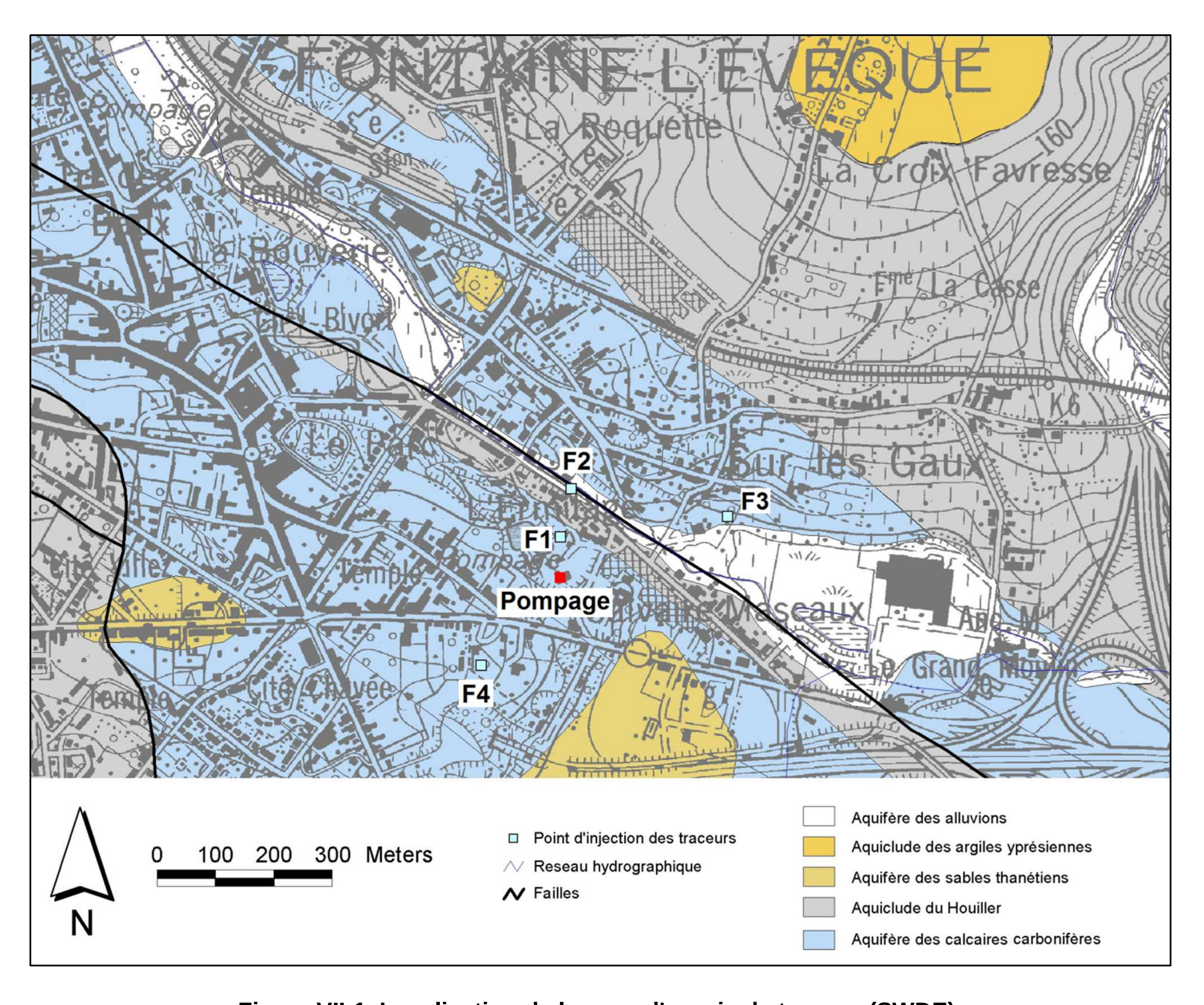


Figure VII-1. Localisation de la zone d'essais de traçage (SWDE)

VII.2.2. Fontaine à Moulin à Landelies

Le captage de Fontaine à Moulin est un puits « traditionnel » de grand diamètre (3,45 mètres de profondeur) implanté sur une résurgence. Celle-ci est alimentée par les infiltrations d'eau dans l'aquifère des calcaires du Frasnien et par les pertes karstiques du ruisseau des Wespes (notamment le chantoir du Fond des Wespes). Deux piézomètres de reconnaissance « LAN1 » et « LAN2 » (69 et 78 mètres de profondeur respectivement) ont été forés en 1999. En 2001, un essai de traçage a été réalisé sur ces deux piézomètres avec échantillonnage au captage. Les résultats ont montré une vitesse deux fois plus rapide à partir de « LAN1 » que de « LAN2 », avec une restitution quasi complète du traceur. Ils indiqueraient des liaisons hydrogéologiques préférentielles (fissures, fractures) ou un axe de drainage karstique.

VIII. ETUDE GÉOPHYSIQUE

Une campagne géophysique par tomographie électrique a été menée en 2010-2011 par l'UMONS (UMONS, 2011) pour le compte d'AQUALE dans le cadre de l'étude du site de l'ancienne carrière des Fiestaux et des bassins de décantation de la société SOLVAY (voir VII.1.2 ci-dessus). L'objectif de cette étude était d'évaluer l'état d'altération et de fracturation des calcaires carbonifères, en vue d'y implanter des piézomètres.

IX.ZONES DE PROTECTION

IX.1. CADRE LÉGAL

Suite au développement économique, les ressources en eaux souterraines sont de plus en plus sollicitées et en même temps soumises à des pressions environnementales qui menacent leur qualité.

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne* définit quatre niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (zone I), de prévention (zones IIa et IIb) et de surveillance (zone III). Ces zones sont délimitées par des aires géographiques déterminées notamment en fonction de la vulnérabilité de la nappe aquifère.

Zone I ou zone de prise d'eau

La zone de prise d'eau est l'aire géographique délimitée par la ligne située à 10 mètres des limites extérieures des ouvrages de surface de prise d'eau. A l'intérieur de la zone de prise d'eau, seules les activités en rapport direct avec la production d'eau sont tolérées.

Zones IIa et IIb ou zones de prévention rapprochée et éloignée

L'aire géographique dans laquelle le captage peut être atteint par tout polluant sans que celui-ci ne soit dégradé ou dissous de façon suffisante et sans qu'il ne soit possible de le récupérer de façon efficace, s'appelle la « zone de prévention ».

La zone de prévention d'une prise d'eau souterraine en nappe libre est scindée en deux sous-zones :

- la zone de prévention rapprochée (zone IIa) :

  zone comprise entre le périmètre de la zone I et une ligne située à une distance de l'ouvrage de prise d'eau correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage égal à 24 heures dans le sol saturé.

  A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface,

* Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R153 à R158.
http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm

dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie.

- la zone de prévention éloignée (zone IIb) :

  zone comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa et le périmètre extérieur de la zone d'appel de la prise d'eau. Le périmètre extérieur de la zone d'appel de la zone IIb ne peut être situé à une distance de l'ouvrage supérieure à celle correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage de prise d'eau égal à 50 jours dans le sol saturé.

  A défaut de données suffisantes permettant la délimitation de la zone IIb suivant les principes définis ci avant, le périmètre de cette zone est distant du périmètre extérieur de la zone IIa de :

  - 100 mètres pour les formations aquifères sableuses ;
  - 500 mètres pour les formations aquifères graveleuses ;
  - 1000 mètres pour les formations aquifères fissurés ou karstiques.

Zone III : zone de surveillance

La zone de surveillance peut être déterminée pour toute prise d'eau. Cette zone englobe l'entièreté du bassin hydrographique et du bassin hydrogéologique situés à l'amont du point de captage.

Mesures de protection

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdants, les nouveaux cimetières, les parkings,… Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrête du Gouvernement Wallon du 12 février 2009[*].

La Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE)[**] assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la

---

[*] Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R162 à R173.
http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm
[**] SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999.

délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

La DGARNE met à la disposition du public un site Internet où sont exposées les différentes étapes nécessaires à la détermination des zones de prévention et de surveillance en Région wallonne (http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas).

Un autre site a également été développé, permettant grâce à une recherche rapide par commune ou par producteur d'eau, de visualiser, soit la carte et le texte des zones officiellement désignées par arrêté ministériel, soit la carte de chaque zone actuellement soumise à l'enquête publique (http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/).

IX.2. ZONES DE PRÉVENTION APPROUVÉES PAR ARRÊTÉ MINISTÉRIEL

En 2013, il n'existait qu'une seule zone de prévention arrêtée de manière officielle. Cette zone se situe principalement sur la carte voisine 47/5-6 Tamines – Fosses-la-Ville, mais déborde sur la carte de Fontaine l'Evêque Charleroi. Cette zone de prévention concerne le site de Carnelle P1 et P2 de la SWDE.

IX.2.1. Zone de prévention arrêtée autour des prises d'eau de Carnelle P1 et P2 (AQUASAMBRE03)

Cette zone (voir Figure IX-1), située en bordure est de la carte, comprend deux puits dans les calcaires du Carbonifère (situés sur la carte Tamines – Fosses-la-Ville). La zone a été délimitée sur base d'une série d'essais (pompage, traçage, géophysique, …) et d'une modélisation mathématique des écoulements en 2005.

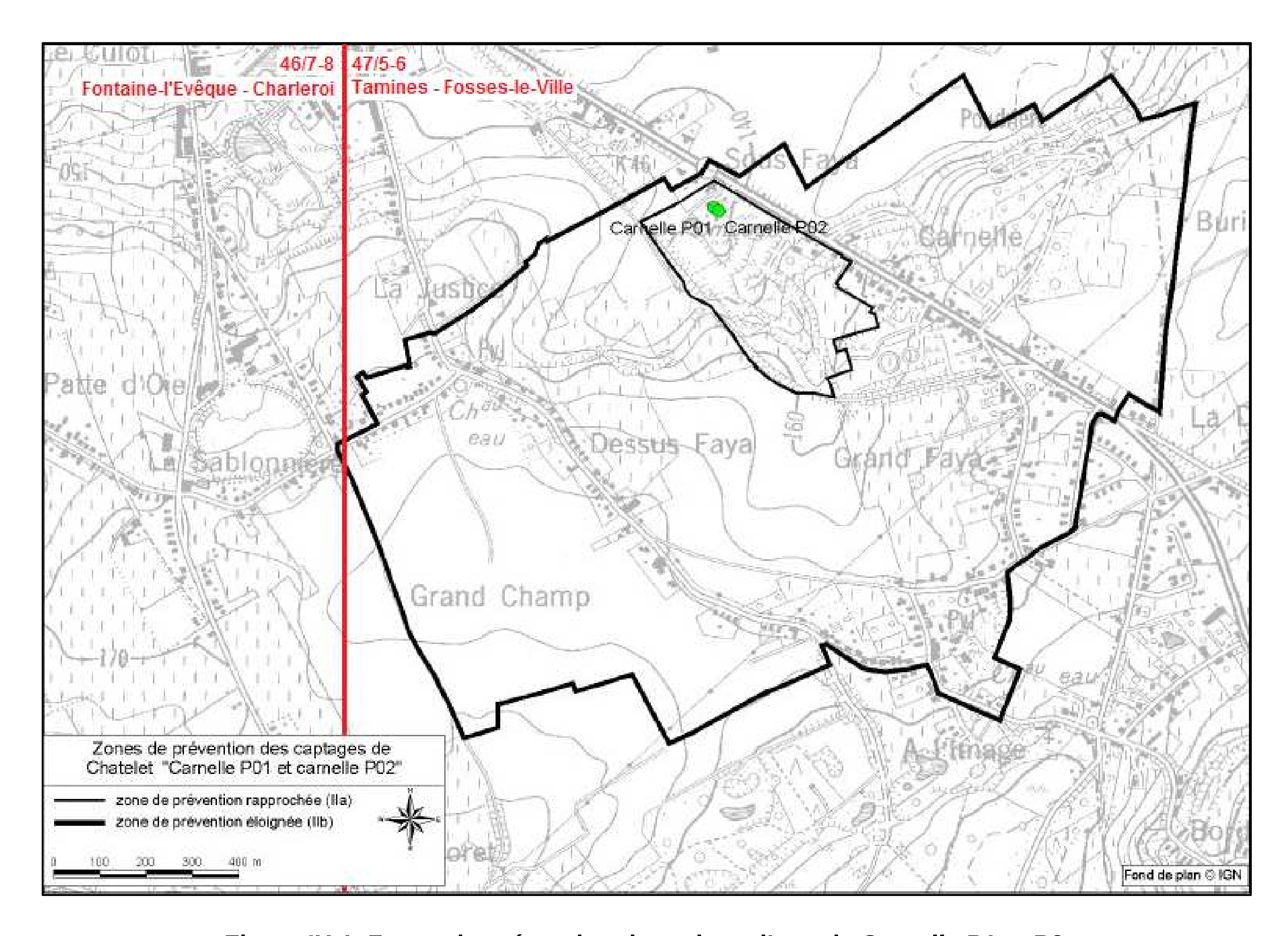


Figure IX-1. Zones de prévention des prises d'eau de Carnelle P1 et P2

L'arrêté ministériel a été acté le 30 octobre 2007 et publié au Moniteur Belge le 29 novembre de la même année. Il est consultable à l'adresse :

http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou145.htm.

IX.3. ZONES DE PRÉVENTION À DÉFINIR

En 2013, 3 ouvrages étaient en attente de définition de leurs zones de prévention. Il s'agit de la galerie « Ermitage », du puits « Carrière Dupuis » et de la source « Fontaine Moulin » appartenant à la SWDE.

X. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre donne les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Elle décrit également l'utilisation de ces données l'encodage et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi et de sa notice explicative. La structure du poster, au format A0 est également présentée.

X.1. ORIGINE DES DONNÉES

X.1.1. Données géologiques

La carte géologique servant de base à la carte hydrogéologique est celle établie par Delcambre et Pingot en 2000, publiée par le Service Public de Wallonie. Grâce à la description des lithologies des différentes formations géologiques, il est possible de caractériser les différentes unités hydrogéologiques en y apportant diverses nuances.

Des discontinuités entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques (notamment pour l'aquifère alluvial et les aquifères des sables de l'Eocène et du Paléocène) apparaissent avec la carte voisine Tamines – Fosse-la-Ville (47/5-6) (Sorel & Rekk, 2013) située à l'est. Cette dernière est basée sur l'ancienne carte géologique n°154 Tamines – Fosses dressée au 1/40 000 (Stainer & Malaise, 1904). La façon dont sont actuellement levées les nouvelles cartes géologiques ayant changé (elles sont basées sur des critères lithologiques), des discontinuités entre les unités géologiques existent entre les différentes générations de carte. Les cartes hydrogéologiques sont toujours réalisées avec le fond géologique le plus récent et disponible à la publication. Dès lors, il se peut que des cartes réalisées avec des nouveaux fonds côtoient des cartes faites avec des anciens fonds, ce qui justifie les discontinuités.

D'autres discontinuités apparaissent avec la carte située à l'ouest 46/5-6 Binche – Morlanwelz (Hennebert & Delaby, à paraître) et proviennent de points de vue différents des géologues, de conditions de levés différentes (quantité et qualité d'affleurement), de variations latérales faciès, entraînant des limites ou des formations géologiques différentes.

Les terrils sur la présente carte sont figurés par un hachuré (remblais). A noter que lorsqu'on passe à la carte située au sud 52/3-4 Gozée - Nalinnes (Habils et al., 2011), les terrils ne sont plus représentés par ce hachuré.

X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur la carte 46/7-8, il existe cinq stations limnimétriques appartenant au SETHY (Monceau Aval Bar-Ecluse 7394, Monceau Bar-Ecluse 7395, Monceau Amont Bar-Ecluse 7396, Gosselies Aval Ecl. F2 2524 et Gosselies Amont Ecl. F2 2526), une station limnimétrique appartenant à la DCENN (Ruisseau d'Hanzinnes L6830), deux stations climatiques appartenant à l'IRM (Landelies HV2 et Gosselies H0) et enfin une station climatique appartenant au SETHY(Marchienne).

Ces stations sont figurées sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0.

X.1.3. Données hydrogéologiques

X.1.3.1. Localisation des ouvrages et des sources

Dans la banque de données hydrogéologiques du Service public de Wallonie, 468 ouvrages ont été encodés. La plupart de ces ouvrages ont été visités sur le terrain. Pour la plupart, leur position géographique a pu être corrigée, leurs type et profondeur ont pu être déterminés et une mesure de niveau d'eau a été réalisée lorsque c'était possible (tête de puits accessible). Le travail d'enquête auprès des habitants de la région permet aussi d'obtenir d'autres renseignements concernant les ouvrages.

Au final, après mise à jour, 277 ouvrages ont été recensés en 2012 et reportés sur la carte hydrogéologique 46/7-8 Fontaine-l'Evêque – Charleroi. Cet ensemble est constitué d'un puits pour la distribution publique d'eau potable, un puits sur galerie par pompage, 145 autres puits possédant une autorisation d'exploitation, 6 sources (exploitées ou non), 123 points où des mesures piézométriques seraient praticables* (piézomètres ou puits) et une sonde géothermique.

X.1.3.2. Données piézométriques

Au cours de la campagne de mesure en 2006 – 2007, 89 ouvrages ont été recensés sur le terrain, et 42 d'entre eux ont permis d'effectuer des relevés piézométriques et sont figurés sur la carte principale du poster A0. Toutes les mesures réalisées sur le terrain ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques BD Hydro.

Sur la carte principale du poster A0, ces mesures ponctuelles sont reportées :

---

* Il n'est pas toujours possible d'effectuer une mesure du niveau d'eau. Certains ouvrages existent sur la carte mais ils ne sont pas toujours visibles (enfoui dans le sol, propriétaire absent, …). Le fait de ne pas trouver un ouvrage sur le terrain ne signifie pas qu'il n'existe pas.

Tableau X-1. Nombre de mesures reportées sur la carte principale du poster A0

Unité hydrogéologique	*Nombre de mesures reportées*
Aquifère des calcaires du Carbonifère	10
Aquifère des sables de l'Eocène	14
Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	42
Aquifère des calcaires du Frasnien	2
Aquifère des grès du Famennien	2

Les mesures piézométriques relevées n'ont pas permis le tracé d'une piézométrie générale pour les différentes unités.

Certains ouvrages ont été suivis. Cela a permis de réaliser les graphiques de l'évolution piézométrique figurés dans cette notice.

X.1.4. Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques proviennent, pour la plupart, directement de la SWDE et AquaSambre, ou indirectement de la banque de données CALYPSO (Qualité des Eaux Potabilisables et Souterraines) du Service public de Wallonie.

X.1.5. Données hydrodynamiques

Les données et considérations hydrodynamiques ont été reprises de la première version de cette notice. Elles proviennent des rapports de la SWDE, d'AQUALE - Ecofox et de Tractebel Development Engineering. Les références de ces différents rapports sont données dans la bibliographie.

X.1.6. Autres données

La carte hydrogéologique de Wallonie est composée d'informations relatives aux zones de prévention autour des captages et aux zones vulnérables aux nitrates.

X.2. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

X.2.1. Banque de données hydrogéologiques

De telles données, aussi complexes et plus ou moins abondantes, nécessitent une organisation structurée de manière à optimaliser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une base de données hydrogéologiques géorelationnelle a été développée (Gogu, 2000 ; Gogu *et al.*, 2001). Cette première version de la base de données BD Hydro a été régulièrement améliorée.

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes chargées de la réalisation des cartes hydrogéologiques et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE), la base de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée.

L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, BD Hydro (Wojda et al, 2005). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essais de traçage, prospection géophysique), fournissant notamment les paramètres d'écoulement et de transport, des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,…), leurs caractéristiques techniques, de la géologie telles que les descriptions de logs de forage et d'autres données administratives sont stockées dans la BD Hydro sous l'autorité de la DGARNE[*]. La base de données est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées. Les données peuvent être demandées à la Région qui décide de leur accessibilité au cas par cas.

X.2.2. Construction de la carte hydrogéologique

Le projet cartographique est développé sous ArcGIS – ESRI. Toutes les données collectées sont structurées dans une GeoDataBase (GDB). Les couches d'informations qui composent cette base de données sont ensuite intégrées au projet cartographique.

---

[*] Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement. Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique, Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique

X.3. PRÉSENTATION DU POSTER A0

La carte hydrogéologique se compose de plusieurs éléments :

- la carte hydrogéologique principale au 1/25 000 ;
- les cartes thématiques au 1/50 000 :
    - carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes ;
    - carte des volumes d'eau prélevés ;
- les coupes hydrogéologiques ;
- le tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie ;
- la carte de Belgique (au 1/5 000 000) où est localisée la carte étudiée.

X.3.1. Carte hydrogéologique principale

La carte principale comprend plusieurs couches d'information :

- le fond topographique de la carte IGN au 1/10 000 ;
- le réseau hydrographique ;
- les unités hydrogéologiques ;
- les failles ;
- la localisation des points d'eau constitués par :
    - des puits des sociétés de distribution d'eau ;
    - des puits de sociétés industrielles ;
    - des puits privés exploités et déclarés au Service Public de Wallonie ;
    - des puits non exploités, mais équipés d'une pompe ;
    - des sources exploitées ou non ;
    - des piézomètres, ces derniers étant considérés comme tout point d'accès à la nappe, non exploité (forages de petit diamètre, puits non équipés) ;
    - les sondes géothermiques;
- les stations limnimétriques et climatiques ;
- les carrières en activité ;

- les cotes piézométriques ponctuelles pour les différentes unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- les traits localisant le tracé des coupes hydrogéologiques ;
- les zones de prévention IIa et IIb arrêtées par le Gouvernement Wallon ;
- les points de captage en attente de la définition de leur zone de prévention.

X.3.2. Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes

Cette carte localise différents sites pour lesquels des données quantitatives ou qualitatives existent (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçages, diagraphie). Elle reprend l'extension de la zone vulnérable aux nitrates des « Sables bruxelliens » et du « Nord du sillon de la Sambre et de la Meuse ». Le caractère des différentes couvertures des nappes rencontrées est également figuré.

X.3.3. Carte des volumes prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2012 sur l'étendue de la carte, en discernant :

- les ouvrages (puits, piézomètres, sources) différenciés selon l'aquifère qu'ils sollicitent. Les couleurs des symboles utilisés sont en relation avec la couleur de la nappe sollicitée ;
- les volumes déclarés pour l'année 2010 par les captages des sociétés de distribution d'eau, représentés par des pastilles rouges de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes déclarés pour l'année 2010 par les puits privés exploités par des particuliers ou des industries, représentés par des pastilles vertes de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes moyens prélevés, correspondant à la moyenne des cinq dernières années (2006-2010) (basés sur les déclarations des titulaires des prises d'eau). Ils reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées.

X.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d'être rencontrées sur l'étendue de la carte. La description

lithologique des formations géologiques fait référence à la nouvelle carte Fontaine-l'Evêque – Charleroi de B. Delcambre et J.-L. Pingot, dressée en 2000.

X.3.5. Coupes hydrogéologiques

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologiques figurent les coupes hydrogéologiques. Elles permettent de comprendre le contexte géologique et hydrogéologique de la région. Les coupes sont issues de la Carte Géologique de Wallonie de Delcambre et Pingot, sur lesquelles ont été ajoutées des informations sur les niveaux d'eau souterraine.

X.3.6. Avertissement

Les cartes hydrogéologiques ont pour objectif de répondre aux besoins de toute personne, société ou institution concernée par la problématique et la gestion des ressources en eau tant au niveau quantitatif que qualitatif et de mettre à disposition une documentation synthétique et aisément accessible relative à l'hydrogéologie d'une région.

Le poster et la notice fournis ne prétendent pas à une précision absolue en raison de la non-exhaustivité des données, de l'évolution de celles-ci et des interprétations nécessaires à leur établissement. Ils n'ont pour but que d'aider les hydrogéologues à prévoir le contexte général qu'ils peuvent rencontrer et l'ampleur des études nécessaires. La carte et la notice constituent un instrument de synthèse et d'orientation et ne dispensent en aucune façon de recherches complémentaires en fonction de sites particuliers et de projets définis.

XII. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AQUALE - Ecofox (2004) : Modélisation mathématique des écoulements et du transport de chlorure dans la nappe de l'aquifère des calcaires. Rapport d'étude SOLVAY BENELUX. 48 p. + ann.

AQUALE - Ecofox (2012) : Site des Fiestaux à Couillet - Etat d'avancement des actions menées en 2011 et 2012. Plusieurs rapports.

Belanger, I., Delaby, S., Delcambre, B., Ghysel, P., Hennebert, M., Laloux, M., Marion, J.-M., Mottequin, B., Pingot, J.-L. (2012) : Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). Geologica Belgica, 15/3, pp. 169–175

Beugnies, A. (1976) : Le lambeau de poussée hercynien de la Tombe (Ardenne belge). Ann. Soc. géol. Nord, 96/1 pp. 27–74

Boulvain, F., Pingot, J.-L. (2012a) : Genèse du sous-sol de la Wallonie. Classe des Sciences, Collection in-8. Edition : Académie royale de Belgique. ISSN 0365-0936. ISSN 0365-0936 - ISBN 978-2-8031-0288-4

Boulvain, F., Pingot, J.-L. (2012b) : Une Introduction à la géologie de la Wallonie. Cours en ligne (http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm)

Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., Van Wittenberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.L., Le Madec, D. (2009a) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclineau), délivrables D3.12 – Partie MESO RWM012, Convention RW et SPGE-Aquapôle. 62 p.

Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., Van Wittenberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.L., Le Madec, D., Nogarède, P., Hallet, V. (2008) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclineau), délivrables D2.21 – Partie MESO RWM012, Convention RW et SPGE-Aquapôle. 54 p.

Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., Van Wittenberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.L., Le Madec, D., Nogarède, P., Hallet, V. (2009b) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU)), délivrable D.5.11 – Partie MESO RWM022 et RWM023, Convention RW et SPGE-Aquapôle

Castany, G. (1998) : Hydrogéologie. Principes et méthode. Edition : Dunod, Paris - ISBN 2 10 004171 1

De Broyer, C., Thys, G., Fairon, J., Michel, G., Vrolix, M. (1996) : Atlas du karst wallon, Inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et des rivières souterraines de Wallonie, Province de Hainaut (partie orientale). Edition : Région Wallonne, Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains

Delcambre, B., Pingot, J.-L. (2000a) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Fontaine-L'Evêque - Charleroi n° 46/7-8. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement

Delcambre, B., Pingot, J.-L. (2000b) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Gozée - Nalinnes n°52/3-4. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement

Delcambre, B., Pingot, J.-L. (2012) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Gouy-lez-Piéton - Gosselies n° 46/3-4. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2012/11802/85. ISSN D/2012/11802/85

Dutrieux, A. (2013) : Rapport de stage. Carrière Calcaires de la Sambre. Documents interne inédit.

FPMS (2002) : Etude de la nappe des Calcaires Carbonifères du bord nord du Synclinorium de Namur entre la vallée de la Dendre occidentale, à l'ouest, et la vallée de l'Orneau, à l'est. Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE), Service des Eaux Souterraines. 71 p. + ann

Gogu, R.-C. (2000) : Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases. Thèse de doctorat. Université de Liège

Gogu, R.-C., Carabin, G., Hallet, V., Peters, V., Dassargues, A. (2001) : GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling. Hydrogeology Journal, 9/6, pp. 555–569

Habils, F., Roland, S., Rorive, A. (2011) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Gozée - Nalinnes n° 52/3-4. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2011/12.796/5. ISSN D/2011/12.796/5 - ISBN 978-2-8056-0096-8

Hennebert, M. (2008) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Merbes-le-Château - Thuin n° 52/1-2. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D2008/5322/54. ISSN D2008/5322/54

Hennebert, M., Delaby, S. (à paraître) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Binche - Morlanwelz n° 46/5-6. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique

Michel, G. (2006) : Décharge à la Carrière Moreau. Eco Karst, 64/2e trim. pp. 1–7

Pfannkuch, H.-O. (1990) : Elseviers Dictionary of Environmental Hydrogeology. Elsevier Science Publishers, xii+332 pp.

SIDEHO (1982) : La nappe du Calcaire Carbonifère du bord nord du bassin de Namur. Etude hydrogéologique. Projet de Mise en valeur. Rapport final et annexes

Sorel, A., Rekk, S. (2013) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Tamines - Fosse-la-Ville n°47/5-6. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2013/12.796/3. ISSN D/2013/12.796/3 - ISBN 978-2-8056- 0125-5

SPW-DGO3 (2010a) : Etat des lieux de la masse d'eau RWM052 « Sables du Bruxellien de Haine et Sambre ». Version 1.11. Mise en oeuvre de la Directive-Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). 21 p.

SPW-DGO3 (2010b) : Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM012 «Calcaires du bassin de la Meuse bord sud». Version 1.9 Mise en oeuvre de la Directive-cadre sur l'Eau (2000/60/CE). 25 p.

SPW-DGO3 (2010c) : Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM011 «Calcaires du bassin de la Meuse bord nord». Version 1.11 Mise en oeuvre de la Directive-Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). 27 p.

SPW-DGO3 (2010d) : La biodiversité en Wallonie - Ancienne Carrière Solvay (http://biodiversite.wallonie.be/fr/2130-ancienne-carriere-solvay.html?IDD=251660459&IDC=1881). Consulté en septembre 2013

SPW-DGO3 (2013a) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2013/11802/38. (http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/)

SPW-DGO3 (2013b) : Réseau piézométrique de la Direction des Eaux souterraines - stations automatisées. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique (http://piezo.environnement.wallonie.be/)

Stainer, X., Malaise, M. (1904) : Carte géologique n°154 Tamines - Fosses dressée au 1/40 000

SWDE (1995) : Forage de cinq piézomètres à Charleroi (Mont-sur-Marchienne) et à Montigny-le-Tillieul. Rapport technique RT n° 84. 14 p. + ann.

Tractebel Development Engineering sa (2003) : Délimitation des zones de protection du captage de l'Ermitage à Fontaine l'Evêque (Intercommunale AquaSambre), Rapport de synthèse. 43 p. + ann.

UMONS (2011) : Campagne géophysique dans la région de Bouffioulx. Rapport de Synthèse. AQUALE. Réf: JD/AQ/2010-RP026b. 23 p.

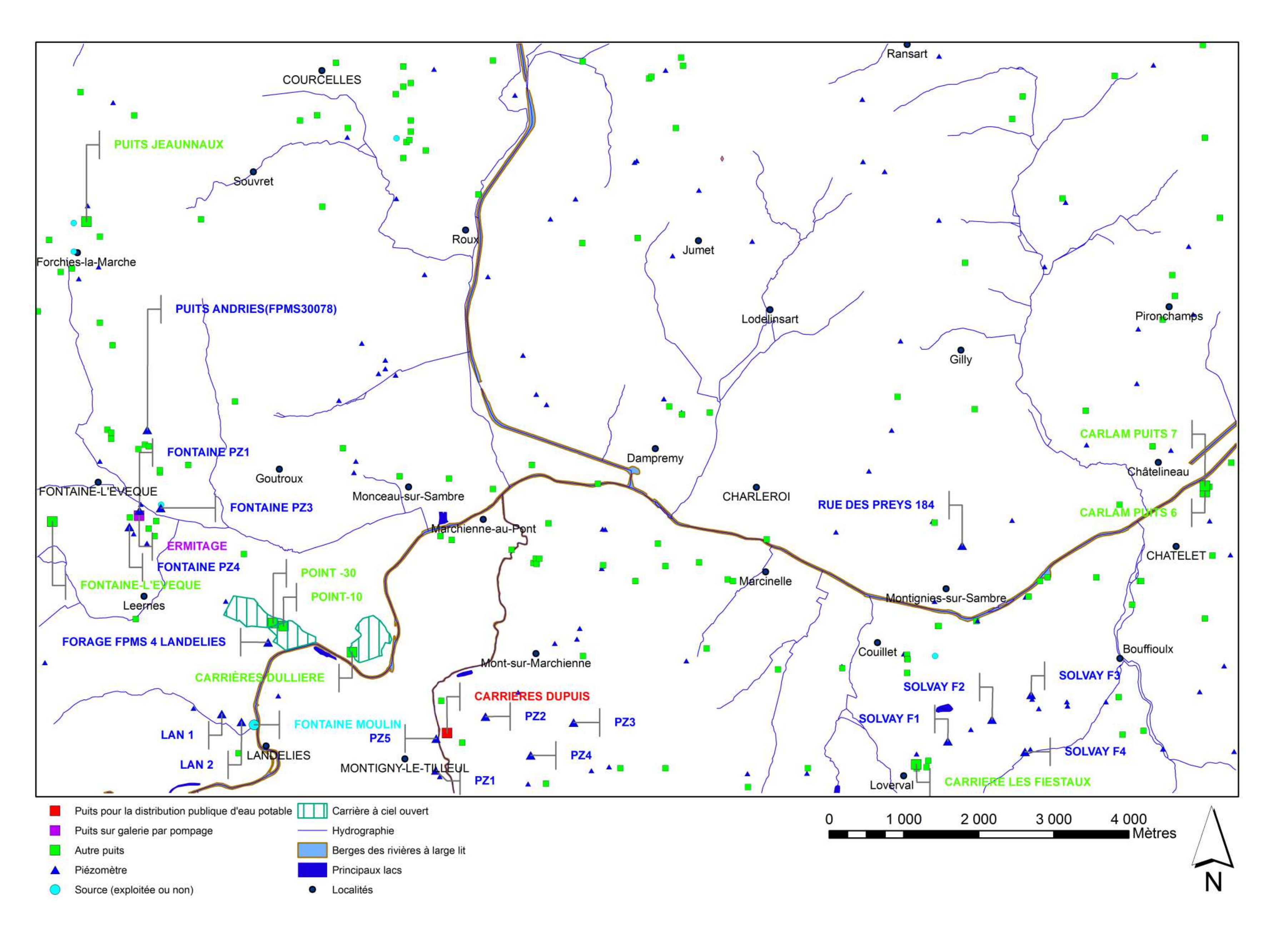
UNESCO-OMM (1992) : Glossaire International d'Hydrologie. Seconde édition révisée. 413 p.

Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N. (2006) : Manuel d'utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne 44 p.

ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

- AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon
- ArGEnCO – GEO³ : Architecture, Géologie, Environnement et Constructions – Géotechnologies, Hydrogéologie, Prospection Géophysique
- CWEPSS : Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains
- DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- DGARNE – DGO 3 : Direction Générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Avenue Prince de Liège, 15. B-5100 Jambes (Namur). Belgique
- FPMs : Faculté Polytechnique de Mons
- FUNDP : Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur
- IGN : Institut Géographique National
- IRM : Institut Royal Météorologique
- LQ : Limite de Quantification
- Ma : Millions d'années
- MB : Moniteur Belge
- SETHY : Service d'Etudes Hydrologiques (de la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques)
- SPGE : Société Publique de Gestion de l'Eau
- SPW : Service Public de Wallonie
- SWDE : Société Wallonne Des Eaux
- ULg : Université de Liège
- UMons : Université de Mons

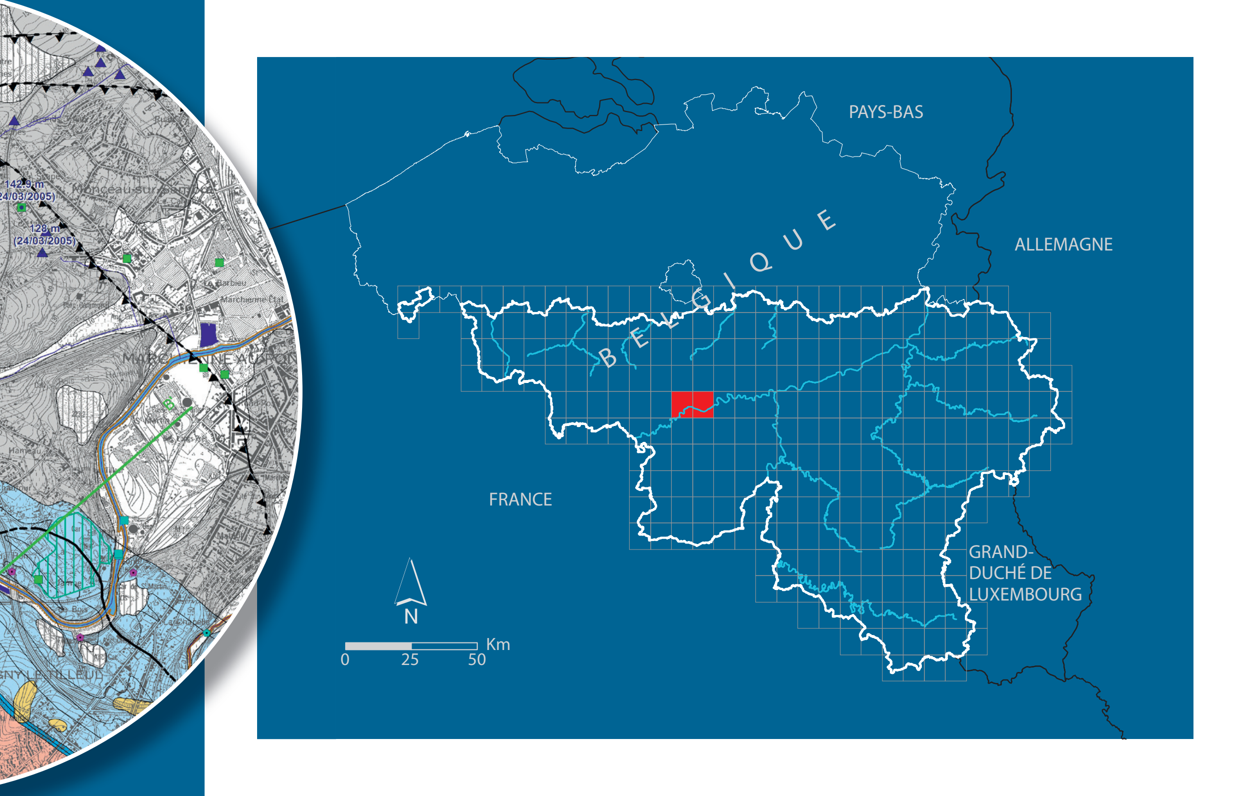
ANNEXE 2. CARTE DE LOCALISATION



ANNEXE 3. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

Nom de l'ouvrage	*X (m)*	*Y (m)*	*Zsol (m)*	*Type d'ouvrage*	*Profondeur (m)*
Carlam Puits 6	161 600	122 190	97	Puits foré	15,4
Carlam Puits 7	161 600	122 270	97	Puits foré	18
Carrière Dullière	150 215	120 050	80	Puits foré	-
Carrière Dupuis (SWDE)	151 489	118 971	107,3	Puits pour la distribution publique d'eau potable	65
Carrière Les Fiestaux	157 748	118 551	113	Puits en carrière	-
Ermitage	147372	121 874	131,5	Puits sur galerie par pompage	19,5
Fontaine l'Evêque	146 214	121 793	162,5	Puits traditionnel	7,1
Fontaine Moulin	148 907	119 079	106,3	Source	-
Fontaine PZ1	147 377	121 941	132	Puits foré	20
Fontaine PZ2	147 395	122 024	150,57	Puits foré	43,5
Fontaine PZ3	147 662	121 976	139	Puits foré	40
Fontaine PZ4	147 242	121 722	155	Puits foré	68
Forage 4 FPMS Landelies	149 094	120 182	157,24	Puits foré	60
LAN 1	148 475	119 225	132,5	Puits foré	69
LAN 2	148 740	119 120	132	Puits foré	78
Point-10	149 300	120 400	140	Puits en carrière	-
Point-30	149 160	120 440	130	Puits en carrière	-
Puits Andries	147 483	123 019	164,5	Puits traditionnel	7
Puits Jeaunnaux	146 670	125 800	182,5	Puits foré	5
PZ1	151 334	118 472	115	Puits foré	52
PZ2	152 000	119 190	139	Puits foré	80
PZ3	153 175	119 109	173	Puits foré	110
PZ4	152 603	118 673	175	Puits foré	100
PZ5	151 340	118896	125	Puits foré	62
Rue des Preys 184	158 361	121 473	115	Puits traditionnel	5
Solvay F1	158 170	118 860	190,4	Puits foré	120
Solvay F2	158 760	119 150	171	Puits foré	?
Solvay F3	159 280	119 480	157,6	Puits foré	103
Solvay F4	159 200	118 718	162,9	Puits foré	73,5

SPW | *Éditions*



SPW | *Éditions,* CARTES

Dépôt légal : D/2014/12.796/1 – ISBN : 978-2-8056-0146-0

Editeur responsable : José RENARD, DGO 3,
15, Avenue Prince de Liège – 5100 Jambes (Namur) Belgique

N° Vert du SPW : 0800 11 901 - www.wallonie.be



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

